

SÉRIE A N° 386.

N° D'ORDRE

4056.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Elie DECROCK

Chef des travaux pratiques à la Faculté des Sciences
de Montpellier

1^{re} THÈSE. — BOTANIQUE : ANATOMIE DES PRIMULACÉES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 14 février 1901 devant la Commission d'examen

MM. GASTON BONNIER *Président.*

DASTRE } *Examineurs.*

MUNIER-CHALMAS..... }

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

420, boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine

1901

SÉRIE A N° 386.

N° D'ORDRE
1056.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Elie DECROCK

Chef des travaux pratiques à la Faculté des Sciences
de Montpellier

1^{re} THÈSE. — BOTANIQUE : ANATOMIE DES PRIMULACÉES.

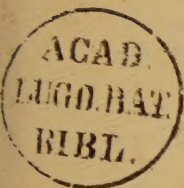
2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le *14* Février 1901 devant la Commission d'examen

MM. GASTON BONNIER *Président.*

DASTRE } *Examinateurs.*

MUNIER-CHALMAS..... }



PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine

1901

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

MM.

Doyen.....	Gaston DARBOUX, <i>Professeur</i> . Géométrie supérieure.
Professeur honoraire...	TROOST.
	DE LACAZE-DUTHIERS. Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
	LIPPMANN..... Physique.
	HAUTEFEUILLE..... Minéralogie.
	BOUTY..... Physique.
	APPELL..... Mécanique rationnelle.
	DUCLAUX..... Chimie biologique.
	BOUSSINESQ..... Physique mathématique et Calcul des probabilités.
	PICARD..... Analyse supérieure et Algèbre supérieure.
	H. POINCARÉ..... Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	Y. DELAGE..... Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
Professeurs	Gaston BONNIER..... Botanique.
	DASTRE..... Physiologie.
	DITTE..... Chimie.
	MUNIER-CHALMAS..... Géologie.
	GIARD..... Zoologie, Évolution des êtres organisés.
	WOLF..... Astronomie physique.
	KOENIGS..... Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN..... Géographie physique.
	GOURSAT..... Calcul différentiel et calcul intégral.
	CHATIN..... Histologie.
	PELLAT..... Physique.
	HALLER..... Chimie organique.
	MOISSAN..... Chimie.
	PUISEUX..... Mécanique et Astronomie.
	RIBAN..... Chimie analytique.
	RAFFY..... Analyse et mécanique.
	LEDUC..... Physique.
Professeurs adjoints ...	MATRUCHOT..... Botanique.
	HAUG..... Géologie.
	HADAMARD..... Calcul différentiel et calcul intégral.
	JANET..... Physique (Enseign ^t P. C. N.)
Secrétaire	FOUSSEREAU.

A

Monsieur le Professeur FLAHAULT

Hommage
de reconnaissance et d'affectueux dévouement.

A

Madame E. DECROCK

AGRÉGÉE DES LETTRES

Hommage affectueux.

ANATOMIE DES PRIMULACÉES

Par E. DECROCK.

INTRODUCTION.

En abordant, il y a plus de cinq ans, l'étude des Primulacées, je me proposai de donner une *Monographie anatomique* de cette famille. Le présent mémoire est le résumé des observations que j'ai recueillies depuis cette époque. Il faut le considérer comme la base de l'étude spéciale de chaque genre que j'espère publier à bref délai.

Dans ces dernières années, les travaux anatomiques ont été un peu abandonnés. Ils n'avaient pas tenu leurs promesses. D'autre part, on estime la structure des plantes supérieures suffisamment connue. Les méthodes ont été trop souvent incomplètes ou vicieuses. Quand on a décrit une coupe faite en un point quelconque d'un organe, à une époque indéterminée de sa vie, c'est au moins insuffisant au point de vue de la connaissance pure de la plante ; la Systématique, la Physiologie, n'en peuvent tirer à peu près aucun profit. Pour qu'on puisse, en Anatomie végétale, collaborer à la biologie des plantes et appliquer leurs caractères anatomiques à la classification, il est nécessaire de les mieux connaître.

En ce qui concerne les Primulacées, M. Kamienski a publié, en 1876, une étude sur l'anatomie comparée de cette intéressante famille. Comme tous les observateurs consciencieux, il a reconnu certains faits, mais il en restait beaucoup d'autres

à reconnaître. Y a-t-il un type unique dans ces plantes? Y a-t-il plusieurs séries différentes?

La question de la *Polystélie*, la fleur, le fruit méritent qu'on s'arrête longuement.

L'espèce des botanistes descripteurs est-elle caractérisée anatomiquement? Il est certain qu'on a multiplié les espèces à profusion, les morphologistes ayant appliqué une méthode très variable suivant les cas. D'autre part, il ne faut pas oublier que beaucoup d'espèces de certains genres paraissent n'avoir pas encore acquis des caractères bien définis, comme si elles étaient encore en voie d'évolution; le genre *Primula* en est un exemple remarquable.

TECHNIQUE.

Chaque fois qu'il nous a été possible de le faire, nous avons étudié tous les organes de la plante : racines, tiges, feuilles, fleur et fruit, à leurs différents âges et dans toutes leurs régions (1). La distribution géographique des Primulacées nous favorisait à cet égard. Elles appartiennent, en effet, à des régions bien explorées en général; nous avons donc pu nous les procurer vivantes, les obtenir par semis, ou les étudier sur des matériaux d'herbier.

Nous avons à rendre hommage ici à l'admirable confraternité des botanistes du monde entier. Tous ceux à qui nous avons demandé des matériaux nous en ont envoyé avec beaucoup de bienveillance. MM. Bureau et Franchet nous ont permis d'étudier les types asiatiques. Par l'intermédiaire de M. le Professeur Granel, directeur du Jardin botanique de Montpellier, nous avons obtenu toutes les graines dont disposent les jardins botaniques de toutes les parties du

(1) Dans un grand nombre de cas pour mieux faire ressortir l'uniformité de structure que présentent certains organes dans toute la famille, ou pour éviter trop de répétitions, nous faisons suivre le nom de l'organe des mots « structure typique », en plaçant entre parenthèses le nom de l'espèce à laquelle il convient le mieux de se rapporter.

monde. M. Daveau nous a facilité la détermination des espèces et nous a aidé à vaincre les difficultés que présente la culture des plantes alpines. J'ai ramassé moi-même toutes les espèces françaises dans de fréquentes excursions dirigées par M. le Professeur Flahault et par M. Derbez, de Barcelonnette, dans les Pyrénées, les Alpes, la Région méditerranéenne et le Nord de la France.

Que tous ces savants daignent agréer l'hommage de notre profonde reconnaissance.

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE

L'anatomie des Primulacées a déjà fait l'objet de quelques recherches. Les premiers efforts ont eu pour but le genre *Primula*, si répandu dans les montagnes de l'Europe et en particulier dans les Alpes. Trécul (1) y a signalé le premier l'existence du réseau radicifère dans le rhizome. Dès 1855, Vaupell (2) avait reconnu deux types de structure dans les espèces du genre *Primula* : le type dicotylédone normal caractérisé par un cercle de faisceaux ou une couronne libéro-ligneuse, et un type anormal qu'il rapprochait du type monocotylédone parce qu'au sein d'un parenchyme homogène se trouvent épars, sans ordre, des faisceaux libéro-ligneux.

En 1875 et 1876, Fr. von Kamienski (3) en étudiant l'anatomie comparée du genre *Primula* d'abord, puis de la famille des Primulacées tout entière, distingue dans les Primevères à structure normale deux groupes : le premier renferme les espèces à bois et liber secondaires sans réseau radicifère, le deuxième, les espèces à réseau radicifère sans bois et liber secondaires. Dans les Primevères à structure normale, il établit une distinction suivant que l'anomalie se manifeste ou non dans toute la longueur de la tige.

(1) Trécul, *Recherches sur l'origine des racines* (Ann. sc. nat., t. VI, 3^e série, 1846).

(2) Vaupell, *Untersuchungen über das periph. Wachsthum der Gefässbündel*, 1855, Leipzig.

(3) Fr. von Kamienski, *Zur Vergleichende Anatomie der Primeln*, Strasbourg, 1875 et *Vergleichende Anatomie der Primulaceen*, Cracovie, 1876.

Pour les autres genres, l'auteur décrit, tantôt avec détails, tantôt succinctement, la structure d'un petit nombre d'espèces. Il n'avait pu se procurer des spécimens de plusieurs genres.

En 1881, M. Westermaier (1) insiste sur la nécessité qu'il y aurait à établir d'une manière positive, les relations qui existent entre la structure et la fonction des différents appareils de la plante, de manière à pouvoir dégager ensuite les caractères systématiques. Mais il déclare la physiologie végétale encore trop peu avancée pour que l'on puisse attendre, dès ce moment, les résultats intéressant tous les appareils de la plante. L'appareil de soutien est celui dont nous comprenons le mieux le rôle. M. Westermaier en étudie la répartition dans les principaux genres de la famille des Primulacées et dégage de ses observations une caractéristique anatomique de la famille : c'est la présence d'un anneau fibreux à la périphérie du cylindre central, anneau contre lequel sont adossés les faisceaux libéro-ligneux.

L'étude comparée des tiges souterraines et des tiges aériennes des Dicotylédones que M. Costantin (2) a publiée en 1883 renferme l'anatomie des tiges des *P. elatior*, *P. grandiflora*, *Soldanella alpina*. L'auteur a « constaté, en somme, la disparition de l'appareil de soutien, l'apparition de l'amidon, l'augmentation de l'écorce et la réduction de la moelle » dans les rhizomes. Vesque (3) n'a point donné la caractéristique des Primulacées dans ses recherches sur l'anatomie de la feuille des Gamopétales. Une « étude préliminaire, dit-il, y a révélé une inconstance dont la signification véritable ne pourra ressortir que de recherches étendues sur un grand nombre d'espèces. » C'est ce que nous avons tenté de faire.

(1) Westermaier, *Beiträge zur Vergl. Anat. der Pfl.* (Monatsberich. der Preuss. Acad. zu Berlin, 1881).

(2) Costantin, *Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones* (Ann. Sc. nat., Bot., 6^e série, t. XVI, 1883).

(3) Vesque, *Caractères des principales familles gamopétales tirés de l'anatomie de la feuille* (Ann. Sc. nat., Bot., 7^e série, t. I, 1885).

En 1886, dans un premier mémoire sur la structure de la tige des Primevères nouvelles du Yun-nan, M. Van Tieghem (1) a rendu compte de la nature même de l'anomalie de la tige de certaines Primevères. Vaupell et Kamienski avaient considéré les faisceaux libéro-ligneux des Auricules comme des faisceaux collatéraux. De Bary distinguait des cordons périphériques à structure bilatérale et des cordons centraux plus volumineux, dans lesquels le liber entoure complètement le bois. Il a nommé ceux-ci des faisceaux concentriques, en leur accordant la même valeur morphologique qu'aux précédents. M. Van Tieghem est arrivé à une conclusion tout à fait différente, conclusion qui n'a pas tardé à devenir classique : « chaque cordon est un véritable cylindre central, ordinairement sans moelle, dans lequel les faisceaux libéro-ligneux confluent par leurs parties ligneuses ne sont distincts que par leurs libers. »

Encore en 1886, à quelques jours d'intervalle, MM. Van Tieghem et Douliot (2) publient un travail dans lequel ils groupent les Primevères d'après la structure de leur tige. Ils concluent à la nécessité de les séparer en deux genres distincts : *Primula*, pour les Primevères à tige normale, *Auricula*, pour les Primevères à tige anormale. D'après ces savants, la classification fondée sur l'anatomie et celle établie par Duby sur les caractères externes donnent un accord satisfaisant. Cet accord ne subsiste pas avec le sectionnement établi par M. Pax (3) dans *Engler et Prantl : Die natürlichen Pflanzenfamilien*. En somme, on n'est pas encore arrivé à trouver une classification rationnelle des Primevères, ce qui explique l'énorme difficulté que présente l'étude de ce genre.

(1) Van Tieghem, *Structure de la tige des Primevères nouvelles du Yun-nan* (Bull. de la Soc. bot. de France, t. XXXIII, 1886).

(2) Van Tieghem et Douliot, *Sur la Polystélie* (Ann. Sc. nat., 7^e série, t. III, 1886).

(3) Pax, in Engler et Prantl. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, I. IV Theil, 1897.

M. Seignette (1) a décrit très rapidement la structure du tubercule jeune de *Cyclamen europæum*. Il donne trois coupes transversales faites à la base et au sommet, sans rendre compte des relations qu'elles présentent. On ne voit pas les rapports que présentent les divers faisceaux entre eux.

En 1897, M. D.-T. Gwynne-Vaughan (2), de Glasgow, a repris l'étude de quelques Primevères « potystèles ». Il a constaté dans tous les cas que, vers le sommet, le liber et le bois de la face interne des stèles disparaissaient graduellement. On observe alors sur une coupe transversale un cercle de faisceaux libéro-ligneux collatéraux. En étudiant la structure de la feuille, l'auteur a observé une gradation intéressante entre l'anatomie du cotylédon et de la feuille complètement développée. Enfin, il apparaît clairement pour ce savant que la gamostélie constitue un type plus ancien que la dialystélie et plus rapproché de la monostélie.

Dans ce qui précède, nous n'avons fait que citer les travaux ayant trait à l'appareil végétatif. Puisque nous avons étudié toute la plante, il est nécessaire de donner, succinctement au moins, la bibliographie de l'appareil reproducteur. Les mémoires parus sur ce sujet ont eu pour but l'étude du parcours des faisceaux dans la fleur, la recherche de la valeur morphologique du placenta, la structure du fruit et sa déhiscence.

Dans son remarquable travail sur la structure du pistil, M. Van Tieghem (3) a décrit le parcours et la structure des faisceaux dans la fleur des Primulacées; plusieurs autres mémoires du même auteur renferment de nouvelles observations qui permettent en dernière analyse de considérer le placenta des Primulacées comme un organe résultant de la soudure de cinq talons carpellaires et l'étamine comme

(1) Seignette, *Recherches sur les tubercules* (Revue générale de botanique, 15 septembre 1889).

(2) D.-T. Gwynne-Vaughan, *On Polystely in the genus Primula* (Annals of Botany, June, 1897).

(3) Van Tieghem, *Structure du pistil des Primulacées et des Théophrastées* (Ann. Sc. nat., 5^e série, t. XII, 1869).

étant une dépendance de la corolle. L'interprétation de la valeur morphologique du placenta a subi bien des vicissitudes.

Pour Celakowsky (1), les talons carpellaires existent, mais ils ne font que tapisser le prolongement de l'axe floral. Cette manière de voir est basée sur l'observation de monstruosité chez l'*Anagallis arvensis*.

M. Warming (2) et tout récemment M. Vidal (3) sont arrivés à conclure dans le même sens que Celakowsky. Ces savants n'ont pas apporté de preuves; leurs conclusions ne sont pour ainsi dire que des raisons de sentiment, raisons difficiles à discuter.

Divers travaux ayant trait à l'anatomie et à la déhiscence des fruits à péricarpe sec, renferment la description anatomique de la capsule de Primulacées. M. Leclerc du Sablon (4) a étudié (1884) le fruit de *Primula elatior* et d'*Anagallis arvensis*. M. Eichholz (5) (1886) celui du *P. officinalis*. M. Weberbauer (6) celui d'un type de tous les genres, sauf *Pomatosace* et *Stimponia*. Sur ce point, par conséquent, nous avons pu contrôler et étendre les observations de nos devanciers. M. Weberbauer distingue dans la paroi du fruit de la plupart des Primulacées deux couches de signification physiologique contraire : Une couche externe formée de plusieurs assises d'éléments de contraction, et une couche interne d'éléments agissant en sens inverse, formée

(1) Celakowsky, *Vergleichende Darstellung der Placenten in den Fruchtknoten der Phanerogamen* (Akt. d. kön. böhm. Gesellschaft d. Wiss., 1876). — Id. *Beiträge zur Foliartheorie des Ovulums* (Abhand. d. kön. böhm. Gesellsch. d. Wiss., 1884).

(2) Warming, *De l'Ovule*, p. 192 (Ann. Sc. nat., 6^e série, t. V, 1877).

(3) L. Vidal, *Sur le placenta des Primulacées* (Journal de botanique, mai 1899).

(4) Leclerc du Sablon, *Recherches sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec* (Ann. Sc. nat., 6^e série, Bot., t. XVIII, 1884).

(5) Eichholz, *Untersuchungen über den Mechanismus einiger zur Verbreitung von Samen und Früchten dienender Bewegungsercheinungen* (Pringsheims' Jahrb. für. wissensch. Bot. Bd. XVII, 1886).

(6) Weberbauer, *Beiträge zur Anatomie der Kapsel Früchte* (Botanisches Centralblatt. Band XXII, p. 54, 1898).

d'éléments d'opposition « *Widerstandelemente*. » La sécheresse, en agissant spécialement sur la couche de contraction, déterminerait la déchirure de la partie supérieure du fruit en un nombre déterminé de dents qui se referment dans l'air humide. La déhiscence de la capsule des Primulacées peut s'expliquer d'une manière bien plus simple, comme nous le verrons.

DIVISIONS ET PLAN DE NOTRE TRAVAIL

Nous avons divisé notre travail en quatre parties :

- I. Introduction et historique.
- II. Anatomie générale.
- III. Histologie générale.
- IV. Anatomie descriptive des genres.

Il est nécessaire d'expliquer ici ce que nous entendons par anatomie générale, histologie générale.

La partie qui traite de l'anatomie générale des Primulacées est la synthèse de toutes nos observations sur la disposition, la topographie, si je puis m'exprimer ainsi, des différents appareils que renferme la plante dans tous ses organes : racines, tiges, feuilles, fleur et fruit, appareils protecteurs, appareils conducteurs, appareils conjonctifs. Cette étude a été divisée en chapitres subdivisés en paragraphes comme l'indique le tableau suivant :

I. Généralités sur l'appareil végétatif.

CHAPITRE I. — Racine.

- I. Racine principale et ses ramifications.
- II. Racines caulinaires ou latérales et leurs ramifications.

CHAPITRE II. — Tige.

- I. Hypocotyle.
- II. Tiges feuillées et rhizomes.

CHAPITRE III. — Feuille.

- I. Cotylédon.
- II. Feuilles normales.
- III. Feuilles anormales, s'il y a lieu.

II. Généralités sur l'appareil reproducteur.

CHAPITRE I. — Les tiges florales.

- Hampe florale.
- Pédoncule floral, bractée florale.
- Réceptacle floral.

CHAPITRE II. Sépale.

— III. Pétale.

— IV. Étamine.

- a. Filet.
- b. Anthère.
- c. Pollen.

CHAPITRE V. — Pistil.

- a. Paroi ovarienne.
- b. Style et stigmate.
- c. Placenta.
- d. Ovule.
- e. Fruit et graine.

Dans la troisième partie, nous étudions les caractères des différents tissus qui entrent dans la constitution de la plante.

Nous examinons successivement : les tissus protecteurs, Épiderme et Liège, dans la racine, la tige, la feuille, la fleur et le fruit ; de même les tissus conjonctifs, Parenchymes divers et les tissus conducteurs, Bois et Liber.

L'Anatomie descriptive des genres comprend l'étude détaillée d'un grand nombre d'espèces, en prenant dans chaque genre ou dans chaque section de genre un type, à côté duquel nous relevons les différences que présentent les autres espèces que nous avons pu étudier.

Cette partie est purement analytique.

Dans ce travail, nous ne nous sommes pas occupé des questions de développement, quoique, chemin faisant, nous ayons pu relater bien des faits nouveaux.

Par conséquent, nous ne ferons que citer ici les noms de

Duchartre, Payer, Cramer, Pfeffer, qui se sont surtout occupés de l'organogénie de la fleur des Primulacées et les noms de Warming, Vesque et Pax qui ont étudié l'ovule et le développement du sac embryonnaire dans un petit nombre d'espèces.

Nous avons repris les observations des anatomistes qui nous ont devancé dans cette voie, bien des faits nouveaux sont venus s'ajouter, il en est résulté des interprétations parfois différentes de celles qui sont généralement admises. Nos recherches ont duré cinq années pendant lesquelles des matériaux nouveaux nous sont venus de tous les points du globe. Nous avons étudié ainsi un nombre considérable d'espèces. Peut-être se rendra-t-on compte de l'énorme labeur que nous a coûté cette étude.

DEUXIÈME PARTIE

ANATOMIE GÉNÉRALE

I

Généralités sur l'anatomie de l'appareil végétatif des Primulacées.

CHAPITRE PREMIER.

LA RACINE.

Racine principale. — Au moment où l'embryon se débarrasse des téguments, la plantule d'une Primulacée quelconque comprend une racine principale longue d'un centimètre environ, un axe hypocotylé et deux cotylédons pourvus d'un très court pétiole.

Dans les espèces vivaces, la racine principale peut être de courte durée et ne porter qu'un petit nombre de radicelles. Ces espèces sont pourvues de rhizomes dont l'extrémité la plus âgée se détruit progressivement. La disparition de la racine principale résulte naturellement de ce mode de vie. Cette racine principale peut disparaître bien avant la destruction de son support et peut être remplacée de bonne heure par des racines caulinaires. Il y a là une série de faits de détail à observer.

Dans les espèces annuelles, la racine principale dure autant que la plante et porte de nombreuses radicelles se développant dans un même plan.

Les observations que nous avons faites sur le sommet

végétatif concordent d'une manière générale avec celles de M. Flahault (1) et de MM. Van Tieghem et Douliot (2). Pour le premier, le péricyle « s'arrête très près du sommet du cylindre central et ne le recouvre pas dans *Anagallis arvensis* L. et *A. arvensis* var. *cærulea* Lam., et l'écorce se réduit au sommet à une assise de trois cellules se développant tout entière en direction centripète. Dans le *Lysimachia dubia* H. Kew., le péricyle paraît entourer complètement le cylindre central ».

Nous avons étudié tout l'embryon d'un grand nombre d'espèces appartenant à plus de vingt genres. Partout nous avons trouvé au sommet de l'écorce une plaque de cellules histogènes subissant, très près du sommet, une division tangentielle qui sépare d'abord une assise de cellules qui doit donner ultérieurement l'assise subéreuse. L'assise sous-jacente donne naissance à tout le reste de l'écorce par une série peu nombreuse de cloisonnements centripètes. Cette manière d'être des cellules initiales de l'écorce, se reflète très nettement dans l'écorce complètement développée; nous le verrons plus loin.

M. J. Eriksson (3) a trouvé au sommet des racines d'*Hottonia palustris* L. un méristème commun à tous les tissus. Mes préparations permettent de faire entrer l'*Hottonia palustris* dans le cadre général : les initiales de la coiffe, de l'écorce, du cylindre central, y sont distinctes.

La structure du sommet végétatif de la racine principale est ainsi nettement établie.

La question de la continuité du péricyle autour du sommet du cylindre central doit nous arrêter quelques instants. Des coupes faites dans le sommet de la racine, coupes longitudinales, ou coupes transversales passant un peu au delà

(1) Ch. Flahault, *Recherches sur l'accroissement terminal de la racine chez les Phanérogames* (Ann. Sc. nat., Bot., 1877).

(2) Van Tieghem et Douliot, *Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes* (Ann. des Sc. nat. Bot., 7^e série, VIII, 1888).

(3) Eriksson, *Ueber das Urmeristem der Dicotylenwurzeln* (Jahrbücher für wissensch. Botan., Leipzig, 1877).

des initiales du cylindre central, montrent que celui-ci est constitué en ce point par un cylindre de méristème vasculaire parfaitement homogène, composé d'éléments équivalents. Plus haut seulement les cellules de l'assise périphérique subissent un accroissement un peu plus considérable, première différenciation qui s'étend bientôt après aux éléments destinés à se transformer en vaisseaux ou en éléments libériens. Le péri-cycle est désormais distinct. Avant cette différenciation, il n'en doit pas être question.

Ces faits, concernant le péri-cycle de la racine touchent à une question de philosophie scientifique importante : la question de l'autonomie des différentes parties du cylindre central de la racine. Péri-cycle, faisceaux ligneux, faisceaux libériens, moelle sont considérés généralement comme homologues de ces mêmes parties de la tige. Ce n'est pas le lieu d'entrer dans une longue discussion. Disons seulement qu'il nous paraît plus rationnel de regarder le cylindre central de la racine comme un système conducteur autonome ayant plusieurs centres de différenciation libérienne et vasculaire. M. C.-Eg. Bertrand (1) a défini ce système un *faisceau polycentre* ou *multipolaire*.

Structure primaire. — Au moment où la plantule se dégage complètement du tégument, la racine principale présente environ un centimètre de longueur et un demi-millimètre de diamètre dans sa région d'insertion sur l'axe hypocotylé.

Elle est construite sur le type binaire, sans exception, et présente partout les mêmes caractères histologiques.

L'assise pilifère est normale, avec poils absorbants peu nombreux.

L'écorce occupe les deux tiers du rayon total et comprend quatre assises de cellules, disposées en séries radiales et concentriques sauf l'assise externe dont les cellules alternent à la fois avec les cellules de l'assise pilifère et avec celles de

(1) C.-Eg. Bertrand, *Théorie du faisceau* (Bulletin scient. du Nord, t. I, 1880).

l'assise sous-jacente. Cette assise externe se transforme en assise subéreuse, elle représente à elle seule la zone externe de l'écorce.

Dès que la racine pénètre dans le sol, l'endoderme se différencie dans les points correspondants. La subérification se manifeste au début suivant un cadre tangentiel qui intéresse les faces radiales très près de la face externe des cellules. Cette modification gagne ensuite toute l'étendue des parois, pendant que le protoplasme, très actif, de ces cellules, les divise à plusieurs reprises par des cloisons radiales purement cellulodiques. *Cette manière d'être de l'endoderme est très fréquente chez les Gamopétales.*

Le cylindre central primaire est formé par un péricycle unisérié, par une lame ligneuse diamétrale et de chaque côté de celle-ci par un fascicule de tissu criblé, séparé du bois par une seule assise de cellules.

Les vaisseaux dérivent directement des cellules du méristème vasculaire. Le fascicule criblé se compose au début de trois éléments résultant de deux cloisonnements successifs et à angle droit d'une cellule du méristème vasculaire. La différenciation criblée peut se répéter sur d'autres éléments sous-péricycliques de chaque côté du fascicule primitif.

Structure secondaire. —

Avant que la différenciation primaire soit achevée, il s'établit un arc de cambium à la face interne du tissu criblé primaire.

Le bois secondaire est formé de vaisseaux annelés et de parenchyme, ou uniquement de vaisseaux. Le liber secondaire comprend des fascicules criblés analogues aux fascicules criblés primaires, et des cellules de parenchyme.

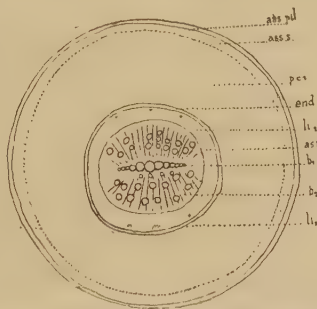


Fig. 1. — Schéma d'une racine principale de Primulacée. *ass. pil.*, assise pilifère; *ass. s.*, assise subéreuse; *par. c. i.*, parenchyme cortical interne; *end.*, endoderme; *per.*, péricycle; *li₂*, liber secondaire; *as. g.*, assise génératrice; *b₁*, bois primaire; *b₂*, bois secondaire; *li₁*, liber primaire.

Tous les éléments non lignifiés du cylindre central renferment un protoplasma plus ou moins dense occupant toute la cavité avec un noyau relativement volumineux dans les éléments criblés et cambiaux, n'en occupant que la région périphérique dans les cellules du parenchyme libérien et du péricycle. Ces dernières peuvent être homologuées aux cellules cambiformes de Haberlandt (1), qui, d'après ce savant, entrent dans la constitution du liber considéré

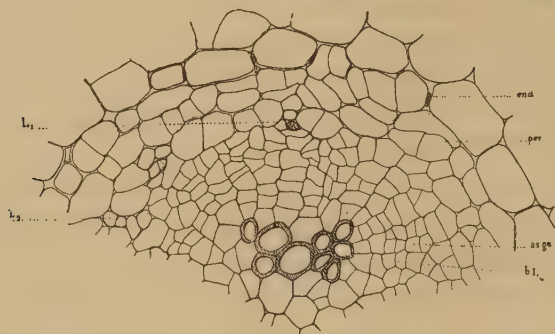


Fig. 2. — *P. cortusoides*. — Racine principale. *end*, endoderme; *per*, péricycle; *as. ge*, assise génératrice; *b1*, bois primaire.

comme appareil conducteur des matières élaborées. Cette idée nous amène de nouveau à considérer le *cylindre central de la racine comme un appareil conducteur indivis et autonome comparable à cet égard à un faisceau libéro-ligneux de tige*.

L'abondance de ces productions libéro-ligneuses secondaires varie naturellement avec la durée de la racine principale, durée qui ne dépasse guère une période de végétation active, sauf dans les espèces vivaces xérophiles. Il se forme, en général, deux massifs libéro-ligneux secondaires de chaque côté de la lame ligneuse primaire et, devant les pôles de celle-ci, le péricycle se cloisonne un certain nombre de fois par des divisions tangentiellles.

Ailleurs (toutes les *Lysimachioïdées* annuelles) l'assise génératrice devient annulaire et fournit autour du bois pri-

(1) Haberlandt, *Physiolog. Pflanzenanatomie*, 1897, p. 286.

maire une couronne libéro-ligneuse continue. Il n'y a pas formation de liège ; l'écorce peut s'exfolier complètement, sauf l'endoderme qui persiste toujours en accentuant les caractères que nous lui avons déjà décrits.

Les ramifications de la racine principale ont la même structure, avec un développement un peu moindre des éléments histologiques.

Racines latérales. — Les Primulacées produisent des racines latérales sur leur tige hypocotylée et sur leurs rhizomes ou pseudorhizomes. L'hypocotyle est généralement fugace, comme la racine principale elle-même. Les racines latérales qui s'y développent sont peu nombreuses (2 à 5). Elles sont insérées dans le plan de la lame ligneuse primaire.

Les racines qui naissent sur les rhizomes peuvent avoir une position nettement déterminée, aux nœuds de chaque côté des feuilles, comme dans les *Lysimachia*, ou naître en des points non déterminés, comme c'est le cas dans les *Primula*.

Nous n'avons rien à ajouter aux recherches de M. Lemaire (1) et de MM. Van Tieghem et Douliot (2) sur l'origine et le développement des racines latérales.

Structure primaire. — La structure primaire est partout la même, avec quelques variations de peu d'importance portant sur le nombre des lames ligneuses primaires et sur quelques caractères histologiques de l'écorce.

L'écorce est épaisse, formée d'un parenchyme collenchymatoïde à la périphérie, sérié radialement dans la région interne, qui occupe la plus grande partie de l'épaisseur de l'écorce. Dans les racines très jeunes ou dans la région voisine du sommet végétatif des racines adultes, *seule l'assise périphérique ne participe pas à cette sériation, elle constitue à elle seule la zone externe de l'écorce et provient du*

(1) Lemaire, *Recherches sur l'origine et le développement des racines latérales chez les Dicotylédones* (Ann. des Sc. nat., Bot., 7^e série, t. III, 1886).

(2) Van Tieghem et Douliot, *Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires* (Ann. des Sc. nat., Bot., 7^e série, t. VIII, 1888).

premier cloisonnement tangentiel de la plaque histogène initiale.

Le cylindre central des racines nées sur les tiges adultes est généralement pentamère ou tétramère, rarement hexamère.

Sur les rhizomes très jeunes poussent des racines plus étroites que les précédentes. Le cylindre central n'y comprend que trois lames ligneuses primaires.

L'assise pilifère est normale; toutes ses cellules sont prolongées en poils simples, courts lorsque la station où

vit la plante est humide, longs lorsqu'elle est sèche.

Le *Primula farinosa* vient dans des stations très humides, ses poils absorbants sont très courts; le *Coris monspeliensis* vient dans la garrigue et les sables de la région méditerranéenne et présente des poils beaucoup plus longs.

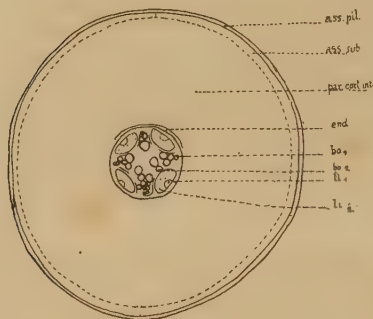


Fig. 3. — Schéma d'une racine adventive de Primulacée.

L'assise pilifère persiste après la chute des poils, ses membranes se subérifient, s'épaississent même parfois sur la face externe et contribuent ainsi avec l'assise subéreuse à la protection de l'écorce, quand celle-ci subsiste.

L'écorce persiste pendant toute la durée de la racine dans les espèces *hygrophiles*, très nombreuses dans la famille (tous les *Primula*, la plupart des *Lysimachia*). Toutes les cellules sont gorgées d'amidon.

Les espèces xérophiles vivaces et les espèces annuelles perdent complètement leur parenchyme cortical jusqu'à l'endoderme, dont les caractères protecteurs s'accroissent par le cloisonnement radial des cellules primitives, et par un épaississement cellulosique considérable des parois.

Au point de vue de l'abondance des productions libéro-

ligneuses secondaires, il y a lieu aussi de distinguer deux types. Ils correspondent aux deux groupes que nous avons envisagés au point de vue de la durée de l'écorce.

Dans le premier (espèces *hygrophiles*), le bois et le liber sont peu abondants ; le cambium est localisé à la face interne du liber primaire ; il n'y a pas production de couronne libéro-ligneuse continue ; l'aspect de structure primaire est conservé dans beaucoup de cas. En face des faisceaux ligneux primaires, le péricycle se cloisonne quelquefois tangentiellement pour suivre l'accroissement en diamètre de la stèle ; l'assise génératrice forme alors une couronne continue plus ou moins ondulée.

Le *Kaufmannia Semenovii* Regel nous a montré une assise génératrice surnuméraire, qui se développe aux dépens du péricycle à la face externe du liber primaire. Cette assise a un développement exclusivement centripète et ne fournit que du liber.

Le fait que nous venons de signaler se retrouve avec une intensité plus grande dans la racine et même dans la tige des Primulacées xérophiles du groupe *Aretia*, *Douglasia*, *Dionysia*. Ces plantes ont un liber volumineux, qui s'accroît par l'activité de l'assise génératrice normale et de l'assise péricyclique, qui se cloisonne ici sur tout son pourtour.

Toutes les cellules de la moelle, ou une partie seulement d'entre elles, peuvent se différencier tardivement en vaisseaux ou en sclérenchyme. Cette modification a lieu surtout à la base des racines vers leur région d'insertion sur la tige.

Dans le second type (espèces *xérophiles*), les productions libéro-ligneuses sont abondantes, formant un manchon continu. Le péricycle, collenchymatoïde, cloisonne ses cellules et, dans sa zone interne, se différencie en tissu criblé.

Hypocotyle. — Dans sa région inférieure, l'hypocotyle a la même structure que la racine principale. L'épiderme devient semblable à celui de la tige, avec stomates et poils peu nombreux. L'écorce légèrement chlorophyllienne augmente

un peu d'épaisseur vers l'insertion des cotylédons. Le système conducteur primaire est identique à celui de la racine principale : lame vasculaire bipolaire diamétrale et deux fascicules de tissu criblé. De chaque côté du bois primaire se développent deux massifs libéro-ligneux secondaires sur lesquels s'insèrent, chacun par deux branches et dans le plan du bois primaire, les faisceaux des cotylédons.

La lame ligneuse primaire se termine tout près de l'insertion des cotylédons ou quelquefois vers le milieu de l'hypocotyle. Les vaisseaux les plus âgés sont écrasés, les vaisseaux centraux viennent se mettre en rapport avec les vaisseaux les plus internes des deux massifs secondaires.

CHAPITRE II

LA TIGE

Suivant l'arrangement du système conducteur, la structure de la tige des Primulacées se ramène à deux types :

I. Structure normale, commune à la majeure partie des Dicotylédones : *Les faisceaux foliaires du sommet de la tige, distincts et inégalement distants du centre, se groupent plus bas en une couronne libéro-ligneuse continue, comprenant un péri-cycle prosenchymateux, un appareil criblé et un appareil vasculaire concentriques.*

II. Structure anormale : *les faisceaux foliaires du sommet de la tige, collatéraux comme dans le cas précédent et disposés de la même manière, se prolongent dans la tige en faisceaux concentriques, disposés sur un cercle, ou disséminés irrégulièrement dans le parenchyme, ou encore fusionnés en une couronne anormale continue ou discontinue.*

MM. Van Tieghem et Douliot ont expliqué ces structures anormales dans leur mémoire sur la Polystélie (1). Nous allons discuter la Polystélie des Auricules.

(1) Voy. Historique.

On considère généralement le cylindre central de la tige comme un tout autonome comparable au cylindre central de la racine. Cette conception nous paraît discutable. Pour peu qu'on étudie la structure d'une tige quelconque tout à fait au sommet, on constate la séparation des traces foliaires au milieu du parenchyme fondamental. Le cylindre central n'existe plus à ce niveau. Si les feuilles sont alternes, les sections des traces foliaires sont disposées sur une spirale ; les plus externes correspondent aux feuilles les plus développées dans la région considérée.

Si les feuilles sont verticillées, par deux, par exemple, la section transversale, qui passe un peu au-dessous de l'insertion des deux mamelons foliaires les plus jeunes, montre les deux traces foliaires correspondantes tout à fait distinctes. Il n'y a pas de séparation entre le parenchyme médullaire et le parenchyme cortical. Plus bas, entre ces deux traces foliaires viennent se placer les traces foliaires des deux feuilles plus âgées. Elles deviennent plus ou moins confluentes et le cylindre central est constitué. S'il existe des faisceaux caulinaires proprement dits, ils se différencient plus bas. Ces faits ne permettent-ils pas de mettre en doute l'autonomie du cylindre central?, et par suite d'enlever à la tige une partie de l'importance morphologique qu'on est convenu de lui accorder. On a déjà émis bien des fois l'idée que la tige n'est pas un membre autonome, mais une association de rachis phytonaires. C'est notre manière de voir.

L'étude du sommet végétatif est venu la consolider. Nous n'avons pu distinguer, en aucun cas, dans le sommet végétatif de ces plantes, au-dessus des mamelons foliaires les plus jeunes, des initiales propres au cylindre central, des initiales propres à l'écorce.

Ces faits acquis, nous avons interprété la structure des *Auricules* d'une manière différente de MM. Van Tieghem et Douliot. Tout d'abord il est évident au point de vue physiologique que l'ensemble des « Stèles » d'une Auricule est équivalent au cylindre central d'une tige normale.

Pour M. Van Tieghem, chaque stèle est morphologiquement équivalente à la stèle unique des tiges normales. Les raisons qu'il donne sont les suivantes :

1° Autour de chaque stèle, les cellules du parenchyme fondamental sont disposées en séries radiales et concentriques, comme c'est le cas autour de la stèle de la tige normale et de la racine. — Mais cette sériation des cellules de l'écorce ne peut servir rationnellement à caractériser le cylindre central. On l'observe autour d'un système conducteur quelconque, à la condition que le parenchyme environnant ait besoin de s'accroître. Autour des traces foliaires de beaucoup de pétioles, des pétioles plus ou moins cylindriques surtout, autour des faisceaux tertiaires de la racine d'*Ænanthe crocata*, le parenchyme est disposé en séries radiales et concentriques.

2° Chaque stèle est entourée par un endoderme. — Mais la gaine endodermique peut revêtir n'importe quel système conducteur.

3° Sous l'endoderme vient un péri-cycle parenchymateux.

4° Le liber forme des groupements distincts et à chacun d'eux correspond vers l'intérieur un groupe vasculaire constituant avec lui un faisceau libéro-ligneux. — Mais chaque stèle est le résultat de la différenciation d'un cordon procambial homogène. En dehors des anastomoses et des insertions des traces foliaires, le bois forme au centre une masse compacte entourée par une couronne continue de tissu criblé formé de fascicules d'éléments criblés et de cellules parenchymateuses tout comme le tissu criblé des tiges normales et des feuilles. On sait que le tissu criblé ne se différencie pas au contact du parenchyme fondamental dans la tige et la racine; ici il y a au moins une assise de fibres primitives qui l'en séparent et qui constituent ce que les auteurs appellent le Péri-cycle.

Comment alors interpréter ces faisceaux et définir les tiges dites polystèles?

Pour nous, ces cordons libéro-ligneux sont des faisceaux

anastomotiques comme ceux que l'on rencontre dans le placenta des Primevères.

La tige des *Auricules* n'est pas définie anatomiquement au même titre que les tiges normales. C'est là une infériorité dont la cause nous échappe.

Ajoutons que tout au sommet des tiges polystèles et surtout des tiges gamostèles, les lames libéro-ligneuses concentriques deviennent collatérales, le bois et le liber situés à la face interne du bois centrifuge ne se développent pas.

Un groupe considérable de Primevères présente cette structure anormale. Tournefort, il y a deux siècles, avait séparé le genre *Auricula* des *Primula* en se basant sur des caractères morphologiques. M. Van Tieghem a fait ressortir récemment la nécessité de cette distinction en invoquant ces divergences de structure.

Nous ne pouvons entrer ici dans de grands détails sur les variations si nombreuses que présentent ces anomalies. Nous renvoyons le lecteur à la partie descriptive de notre travail.

Certaines espèces, comme le *P. denticulata* Smith, ont été classées parmi les espèces gamostèles; nous avons montré comment il faut interpréter leur structure, page 96.

Les genres *Bryocarpum* (1 esp.), *Dodecatheon*, *Cyclamen* s'écartent aussi du type normal. Nous sommes les premiers à présenter l'anatomie du *Bryocarpum*; le *Dodecatheon* avait été étudié d'une manière insuffisante.

Malgré ces exceptions, on peut reconnaître dans la tige des Primulacées un certain nombre de types de structure qui, dans l'ensemble, offrent encore une certaine unité. Ce sont des *types physiologiques* caractérisés par leur port et leur structure.

Ces types sont au nombre de trois : le type à port de *Primula*, le type à port de *Lysimachia*, le type à port d'*Aretia*. Les deux premiers sont hygrophiles, le troisième est xérophile.

Le type *Primula* a une tige feuillée très courte, qui s'enfonce graduellement dans le sol, chez les espèces vivaces.

Cette tige présente normalement : 1° un épiderme avec deux formes de poils ; 2° une écorce parenchymateuse avec endo-

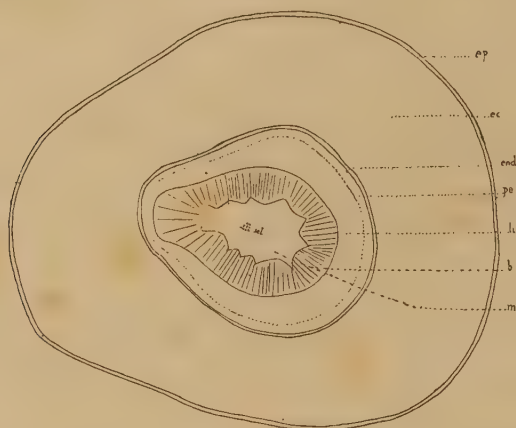


Fig. 4. — *Primula acaulis*. — Section transversale d'une tige.

derme normal ; 3° un système conducteur en couronne continue de composition caractéristique ; 4° une moelle parenchymateuse homogène. Comme ces tiges sont peu élevées ou

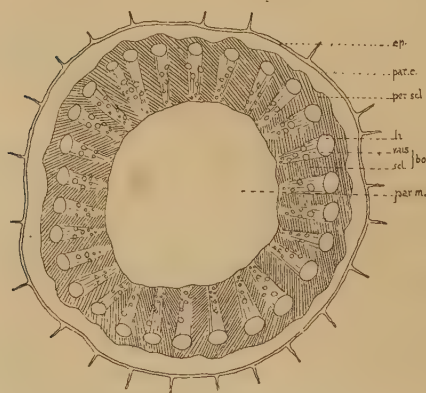


Fig. 5. — Tige de *Lysimachia vulgaris*.

couchées, le péricycle y reste cellulosique dans la plupart des cas. Il s'y développe parfois un système conducteur surnuméraire, un réseau radicifère dans certaines Primevères (*P. officinalis*) dans *Bryocarpum*, dans *Dodecatheon*.

Chez les espèces vivaces du type *Lysimachia*, il y a des rhizomes différenciés et des tiges feuillées longues et dressées. La tige peut se ramener à celle du type précédent. L'épiderme n'y présente qu'une forme de

poils, l'écorce est plus mince, le péricycle toujours sclérifié dans les tiges dressées, le tissu criblé beaucoup moins abondant, le bois plus régulièrement disposé à cause de la longueur plus grande des entre-nœuds.

Le type *Aretia* est franchement xérophile. Il comprend les genres *Aretia*, *Androsace* (partim), *Dionysia*, *Douglasia*, xérophiles alpins et le genre *Coris*, xérophile méditerranéen. En dehors des régions feuillées, l'écorce s'exfolie complètement, sauf l'endoderme. Cette assise protectrice prend des caractères spéciaux, les cellules primitives se cloisonnent

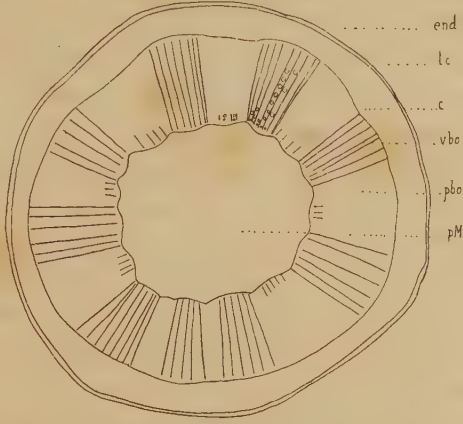


Fig. 6. — *Douglasia vitaliana*.

activement dans le sens radial et transversal. A la surface de la lamelle primitive subérifiée, se fait un épaissement cellulosique du côté interne.

Le liber prend un volume considérable. Il s'accroît à la fois par le cloisonnement du péricycle et par l'activité de l'assise génératrice normale. De plus, le liber prend un aspect collenchymatoïde très accusé.

Le bois s'accroît dans la même proportion ; il peut même finir par oblitérer la moelle. L'élément parenchymateux cellulosique y est abondant entre les vaisseaux, surtout dans la zone interne.

Voici la nomenclature des genres qui appartiennent à ces trois types physiologiques :

Type Primula : Tige feuillée courte, feuilles serrées, toutes groupées au niveau du sol.

Primula (partim), *Hottonia*, *Cortusa*, *Kaufmannia*, *Stimpsonia*, *Ardisiandra*, *Androsace*, *Pomatosace*, *Soldanella*, *Bryocarpum*, *Dodecatheon*.

Type *Lysimachia* : Rhizomes différenciés dans les espèces vivaces et tiges dressées.

Lysimachia, *Lubinia*, *Steironema*, *Naumburgia*, *Trientalis*, *Glaux*, *Anagallis*, *Centunculus*, *Apocoris*, *Asterolinum*, *Pelletiera*.

Type *Aretia* : Plantes gazonnantes à feuilles aciculaires.

Androsace (partim), *Aretia*, *Dionysia*, *Douglasia*, *Coris*.

Les *Cyclamen* n'entrent pas dans ce cadre, à cause de leur adaptation spéciale. Au lieu de résister à la sécheresse par la constitution même de sa tige et de ses feuilles, il possède une abondante réserve d'eau dans son tubercule.

L'anatomie du *Bryocarpum himalaicum* tient à la fois de l'anatomie du *Pr. officinalis* et du *Pr. denticulata*.

Les bandes libéro-ligneuses, plus ou moins fractionnées et disposées sur un cercle, ont à la face externe du tissu criblé normal un système libéro-ligneux radicifère, localisé aux points d'insertion des racines.

Le système conducteur du pétiole est en anneau continu à la base de cet organe. Il se continue en s'ouvrant un peu à travers l'écorce, et vient s'anastomoser avec les bandes conductrices de la tige, de telle sorte que celles-ci présentent, à la face interne de l'appareil vasculaire normal, des lames libéro-ligneuses plus ou moins interrompues.

La modification des *Dodecatheon* est d'un autre ordre. A aucun niveau, le système conducteur de la tige ne forme un manchon continu. Il est dissocié en lames plus ou moins étalées, ou en faisceaux à section ovale ou arrondie. Tantôt ces lames ont la structure normale : bande de liber vers l'extérieur, bande ligneuse interne ; tantôt, elles ont la structure des lames libéro-ligneuses du *P. denticulata*. A leur face externe, il peut y avoir différenciation d'un réseau radicifère. Les faisceaux ovales ou arrondis sont normaux, ou accompagnés également d'une lame libéro-ligneuse radicifère, ce qui les fait ressembler à des faisceaux collatéraux superposés.

Le mécanisme de l'exfoliation de l'écorce est digne de remarque. Lorsque les cellules épidermiques sont usées par le frottement, le parenchyme cortical se transforme en

un tissu de cicatrisation. Sans donner généralement naissance à un liège proprement dit, il subérifie directement ses membranes. Au fur et à mesure que les couches superficielles se détruisent, le tissu de cicatrisation avance vers le cylindre central et atteint finalement l'endoderme. L'endoderme résiste à l'usure par la vitalité de ses cellules, dont les parois s'épaississent à la face interne de la membrane primitive subérifiée. Pour éviter la rupture de ses éléments, rupture qu'amènerait fatalement l'accroissement en diamètre du cylindre central, l'endoderme divise ses cellules par une série de cloisons longitudinales radiales, et par quelques cloisons transversales.

CHAPITRE III

LA FEUILLE

Pétiole. — Le système conducteur du pétiole ou de la région pétiolaire des feuilles qui n'ont pas de pétiole différencié se compose d'une trace foliaire unique à son insertion.

Il n'y a d'exception que chez les types aberrants, comme les *Auricula*, les *Dodecatheon*, qui présentent d'ailleurs aussi une tige à structure anormale. Ces types ont une trace foliaire plurifasciculée, ce qui constitue un caractère d'infériorité, d'après les travaux de M. Ad. Chatin (1).

Le pétiole unifasciculé apparaît comme un caractère de supériorité des Primulacées.

Contrairement à l'opinion de M. Petit, c'est tout à fait à la base du pétiole qu'il faut chercher la caractéristique anatomique du pétiole, car la ramification peut intervenir à un niveau inférieur au niveau *caractéristique* de M. Petit (2). On sait que ce botaniste place ce niveau au sommet du pétiole.

(1) Ad. Chatin, *Signification du nombre et de la symétrie des faisceaux libéro-ligneux du pétiole* (Bull. Soc. bot. Fr., 1898).

(2) L. Petit, *Le pétiole des Dicotylédones* (Mém. de la Soc. des Sc. de Bordeaux, 1887).

La ramification de la trace foliaire peut même se faire avant la séparation du pétiole de la tige, dans celle-ci même, aussitôt que la trace foliaire se sépare du cylindre central. La trace foliaire peut varier de forme et de volume. Dans les espèces du *type physiologique Primula*, elle est volumineuse, tantôt légèrement arquée (*P. sinensis*) (fig. 7), tantôt

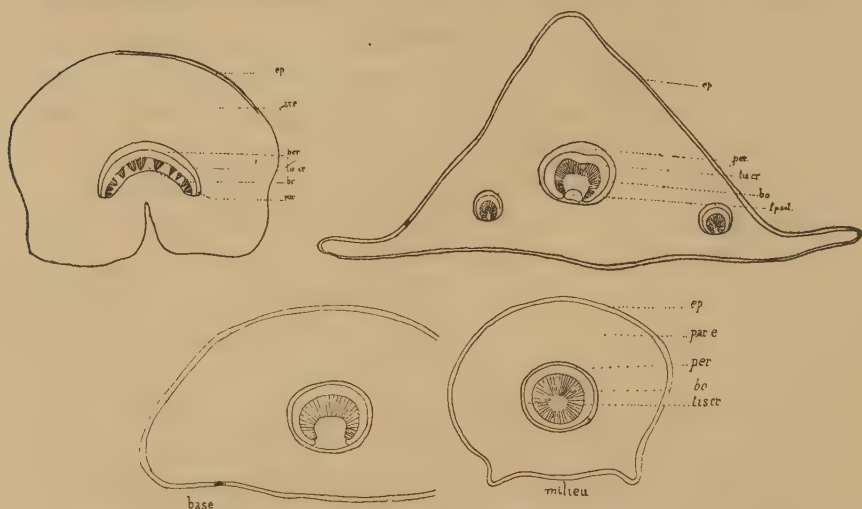


Fig. 7, 8 et 9. — Schéma des pétioles; 2° de *Primula sinensis*; 2° de *P. acaulis* 3° de *Soldanella montana*; *ep*, épiderme; *par.e*, parenchyme fondamental externe; *per*, périclerme; *tis.cr*, tissu criblé; *bo*, bois.

arquée à bords repliés vers l'intérieur (*P. denticulata*), tantôt formant un cordon concentrique formé par le rapprochement des bords (*P. acaulis*, *Soldanella alpina*) (fig. 8 et fig. 9).

Dans les espèces du *type physiologique Lysimachia*, la trace foliaire est plus réduite. Sa section est flabelliforme (fig. 10) : *L. vulgaris*, *Anagallis arvensis*.

C'est dans les types xérophiles que la trace foliaire est la plus réduite; sa section est simplement ovale : *Douglasia vitaliana* et toutes les espèces du *type physiologique Aretia* (fig. 11).

En résumé, le système conducteur du pétiole des Primulacées fournit une caractéristique anatomique très importante.

Les différences que présentent les deux types hygrophiles *Primula* et *Lysimachia* nous serviront à caractériser

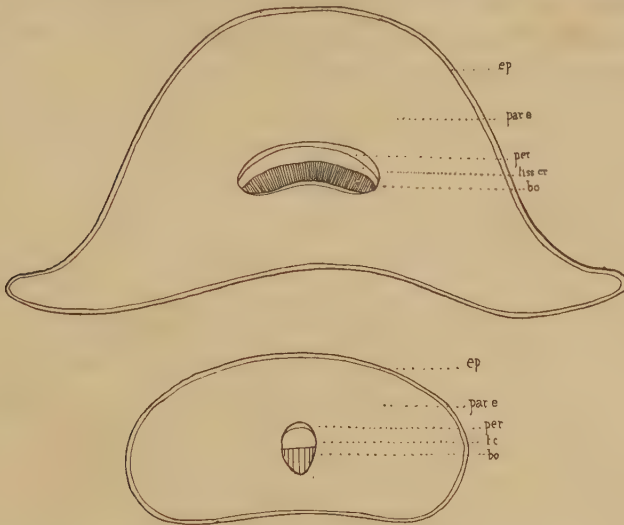


Fig. 10 et 11. — Schéma du pétiole de *Lysimachia vulgaris* et de la base de la feuille de *Douglasia vitaliana*.

deux séries dans la famille des Primulacées. On pourra appeler ces deux séries des sous-familles : la sous-famille des *Primuloïdées* et la sous-famille des *Lysimachioïdées*. La morphologie externe suffit seule à établir cette division ; nous le démontrerons à la fin de cette III^e partie.

L'écart que présentent les espèces du *type physiologique Aretia* doit être imputé uniquement à l'adaptation au milieu xérophile. L'étude du genre *Androsace*, intermédiaire entre le genre *Primula* et le genre *Aretia*, le démontre nettement ; il renferme des espèces hygrophiles qui ont une trace foliaire de *Primula* et des espèces xérophiles qui ont une trace foliaire d'*Aretia*.

La composition histologique de la trace foliaire est invariable. Elle comprend : 1° plusieurs assises de fibres primitives externes, collenchymatoïdes en général, quelquefois lignifiées ; 2° une bande de tissu criblé ; 3° une assise génératrice ; 4° un cordon vasculaire dont les vaisseaux sont dis-

posés en files radiales très régulières ; 5° plusieurs assises de fibres primitives internes. La composition histologique de l'appareil conducteur du pétiole comme celui des autres organes est d'une homogénéité frappante.

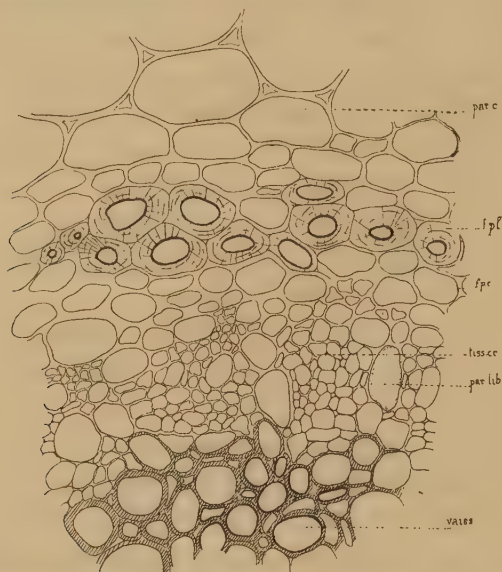


Fig. 12. — Section transversale d'une portion du système conducteur d'un pétiole (*Primula elatior*).

Le parenchyme fondamental du pétiole n'offre aucune particularité. Il est légèrement collenchymatoïde sous l'épiderme.

L'épiderme est semblable à celui de la tige avec des cellules plus volumineuses.

•*Limbe*. — Le limbe a toujours une structure bifaciale, avec une tendance plus ou moins accusée vers la structure centrique dans les espèces xérophiles.

C'est dans les *Auricules* que la différenciation est poussée le moins loin. Il y a encore là un indice d'infériorité.

Examinons les caractères généraux que fournissent l'épiderme, le mésophylle ou parenchyme foliaire, la nervation ou système conducteur considéré dans son ensemble.

Épiderme. — Dans la majorité des espèces, l'épiderme est

semblable sur les deux faces. Dans les régions comprises entre les nervures saillantes, les cellules ont leurs parois radiales ondulées. A la face interne, les cellules sont plus volumineuses qu'à la face externe. Il y a des stomates des deux côtés de la feuille, toujours en plus grand nombre sur la face inférieure. Les poils sont de deux formes : tri-cellulaires courts, à cellule terminale simple ou divisée radialement et *n*-cellulaires longs à cellule terminale sphérique ou acuminée. Cette dernière forme manque quelquefois chez les *Primuloïdées*, elle manque très souvent chez les *Lysimachioïdées*.

La forme typique qui constitue au moins un caractère de famille est la forme à *parois radiales curvilignes ondulées*. La seule différence réside dans l'état généralement plus sinueux des cellules de l'épiderme inférieur et dans leur dimension moindre ; c'est un phénomène d'adaptation d'ordre général : la face supérieure de la feuille est plus soumise aux agents qui activent la transpiration et l'évaporation. L'épiderme est un réservoir d'eau dont les dimensions augmentent avec les causes de déperdition. Ce fait est frappant chez les plantes qui habitent des stations sèches et qui possèdent des racines pénétrant faiblement dans le sol. Ainsi l'*Asterolinum stellatum* a des cellules épidermiques volumineuses des deux côtés de la feuille.

Cependant quand les feuilles sont aciculaires (c'est une forme fréquente chez les plantes xérophiles), on peut ne trouver sur la feuille que des cellules épidermiques prismatiques. L'étude d'un nombre suffisant d'espèces montre toujours des formes de transition ; les espèces du genre *Androsace* sont intéressantes à ce point de vue.

Les stomates occupent fréquemment un niveau légèrement supérieur à celui des cellules environnantes. C'est là un caractère d'*hygrophilie*. Le *Primula sinensis*, le *Cortusa Matthioli* le montrent très développé (fig. 13). Ce caractère est primitif selon nous. Les types xérophiles sont déterminés par une adaptation ultérieure, manifeste dans les

espèces du genre *Dionysia*. Les *Dionysia* protègent, en général, leur mésophylle contre une trop grande évaporation en recouvrant les stomates d'un véritable feutrage de poils mécaniques. Cette protection



Fig. 13. — Coupe transversale (demi-schématique) du limbe foliaire de *Cortusa Matthioli*, pour montrer le niveau des stomates.

est encore poussée plus loin par la courbure des bords de la feuille enfermant les stomates dans deux sillons longitudinaux (*D. revoluta*).

Enfin l'épiderme des Primulacées présente deux formes de poils : poils capités à cellule terminale remplie d'huile essentielle, et poils mécaniques. Ceux-là existent partout : ceux-ci sont propres aux espèces xérophiles ; c'est une forme d'adaptation. Nous décrirons ces poils avec plus de détails au chapitre consacré à l'histologie.

Mésophylle. — Le mésophylle est nettement bifacial. Il comprend normalement sous l'épiderme supérieur une seule assise de cellules palissadiques, parfois deux, passant à des cellules tabulaires aplaties parallèlement au plan de la feuille et devenant de plus en plus rameuses à mesure qu'elles s'approchent de l'épiderme supérieur.

Mésophylle. — Le mésophylle est nettement bifacial. Il comprend normalement sous l'épiderme supérieur une seule assise de cellules palissadiques, parfois deux, passant à des cellules tabulaires aplaties parallèlement au plan de la feuille et devenant de plus en plus rameuses à mesure qu'elles s'approchent de l'épiderme supérieur.

La différenciation palissadique se produit très tôt. Dans les mamelons foliaires les plus jeunes, il est déjà possible de reconnaître l'assise palissadique différenciée dès l'origine. Cette observation explique la généralité du caractère fourni par le tissu palissadique et permet d'en faire un caractère systématique applicable à toute la famille.

Les espèces xérophiles ont un parenchyme palissadique plurisériel ou centrique. C'est là encore un phénomène d'adaptation en rapport avec les conditions biologiques où se trouvent ces plantes. Les espèces du type physiologique *Aretia* ont une période végétative très courte ; elles multiplient leur tissu assimilateur, les *Cyclamen* vivent à l'ombre et cherchent à utiliser le plus de lumière possible en augmentant l'épaisseur de leur tissu assimilateur.

Nervation. — La nervation des Primulacées est pennée, avec des caractères très distincts, suivant que l'on considère chacun des types physiologiques déjà caractérisés.

Dans le type *Primula*, la nervure médiane, ainsi que ses principales ramifications, viennent se terminer en hydatode, la première au sommet de la feuille, les autres dans les dents ou les pointes des lobes (fig. 14).

Dans le type *Lysimachia*, la nervure médiane seule se ter-

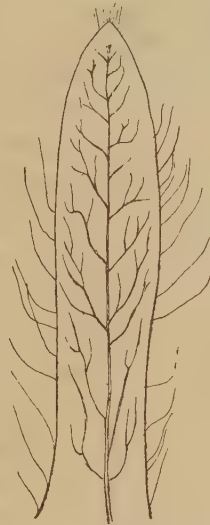


Fig. 14. — Nervation de la feuille de *Primula farinosa*, hy, hydatode.

Fig. 15. — Nervation de la feuille de *Lysimachia Nummularia*.

Fig. 16. — Nervation de la feuille d'*Androsace villosa*.

mine en hydatode; ses ramifications sont reliées entre elles à leurs extrémités par des arcs marginaux formant une nervure marginale continue de la base au sommet de la feuille (fig. 15).

Les espèces du type *Aretia* ont une nervation pennée, pauvrement ramifiée. La nervure médiane se termine encore en hydatode (fig. 16).

Cotylédon. — Les cotylédons persistent peu de temps,

mais ils conservent toujours une structure plus ou moins embryonnaire qui est, à fort peu de chose près, la même partout, au moins pour ce qui concerne le mésophylle. L'épiderme est ce qu'il sera dans les feuilles végétatives, tous les caractères étant moins accusés ; ainsi il y a moins de stomates, moins de poils, les cellules sont généralement moins ondulées.

Déjà dans la graine, la structure du mésophylle tend à être bifaciale. L'assise sous-épidermique interne est formée de cellules très larges, mais régulièrement disposées. Dans les nombreuses espèces n'ayant qu'une seule assise de tissu palissadique, on doit admettre que cette assise dérive d'une assise déterminée dès l'origine ; les larges cellules qui la composent se divisent par des cloisons perpendiculaires à la surface. Quand il doit y avoir plusieurs assises palissadiques, les cellules primitives se divisent plusieurs fois tangentiellement.

L'appareil conducteur est toujours peu développé ; tous les faisceaux ont la structure normale et présentent une section ovale. La distribution est la même que dans la feuille avec une seule hydatode.

II

L'appareil reproducteur des Primulacées.

CHAPITRE PREMIER

LES TIGES FLORALES

Inflorescence. — Les modes de groupement des fleurs chez les Primulacées peuvent se rallier à deux types généraux :

1° Les fleurs sont isolées à l'aisselle des feuilles végéta-

tives, presque sessiles (*Glaux*) ou portées par un pédoncule (*Anagallis*).

2° Les fleurs sont en grappe terminale, grappe simple (*Lysimachia Ephemerum*), grappe contractée (*Primula*), grappe complexe (*Lysimachia vulgaris*).

Dans le premier type, les fleurs ont déjà une tendance à se rapprocher de l'extrémité des rameaux végétatifs. Au point de vue systématique, il est important de remarquer que la grappe contractée en fausse ombelle est propre à la série des Primuloidées, que les fleurs isolées, les inflorescences en grappe sont propres à la série des Lysimachioïdées. La valeur systématique de ces deux groupes ira ainsi en s'accusant jusqu'à la fin de notre travail ; nous en résumerons alors les caractères distinctifs.

Hampe florale. — Les genres *Primula*, *Androsace*, *Ardisiandra*, *Cortusa*, *Soldanella*, *Bryocarpum*, *Pomatosace*, *Stimponia*, ont une hampe florale dépourvue de feuilles. Elle possède la structure commune à la majorité des tiges florales des Dicotylédones. L'épiderme est muni de stomates et de poils, de même forme que ceux que portent les autres organes de l'espèce considérée. L'écorce est parenchymateuse homogène, d'épaisseur variable avec les genres, tantôt compacte, tantôt lacuneuse. Le système conducteur comprend un péricycle lignifié issu du méristème vasculaire primitif, un cercle de faisceaux libéro-ligneux dont le nombre varie avec le nombre de fleurs que la hampe porte à son sommet. La moelle est large, parenchymateuse, homogène. Toutes ces régions anatomiques renferment des cellules tannifères.

La disposition régulière des faisceaux libéro-ligneux peut être exceptionnellement altérée. Quand ils sont trop nombreux, ils fusionnent leurs libers en lames plus ou moins étendues. Les faisceaux ligneux ont, dans ce cas, une forme et des dimensions très inégales.

Le développement successif des différentes fleurs d'une inflorescence de *Primula*, permet d'affirmer que cette inflorescence est une grappe. Dans *P. obconica* Hance, l'angle

de divergence de deux bractées florales successives atteint environ un tiers de circonférence. En se plaçant dans le plan

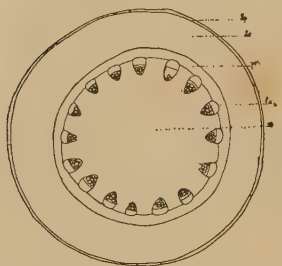


Fig. 17. — Coupe transversale schématisée d'une hampe florale de *Primula sinensis*; Ep, épiderme; Ec, écorce; pe, péricycle; lc, faisceaux libéro-ligneux m, moelle.

qui divisera en deux parties égales l'inflorescence penchée, on voit se développer les fleurs alternativement de chaque côté (fig. 18). Dans *P. capitata* Hooker, les fleurs sont presque sessiles, étroitement serrées les unes contre les autres, au sommet. Elles s'épanouissent successivement suivant une spirale. Une série de coupes transversales, faites au sommet de la hampe, montre aussi la nature morphologique de l'inflorescence (fig. 19). Le cercle de faisceaux

conducteurs s'élargit. Les faisceaux destinés aux pédoncules floraux s'écartent successivement du centre. Chaque groupe se masse en deux bandes latérales et un faisceau externe.



Fig. 18. — Jeune inflorescence de *Primula obconica*, pour montrer le développement successif des fleurs de la grappe contractée.



Fig. 19. — Coupe transversale schématisée du sommet de la hampe florale de *Primula officinalis* à l'insertion des pédoncules floraux.

Ce dernier constituera la nervure médiane de la bractée. Ces différents systèmes divergent et se détachent successivement, suivant une spire.

Pédoncule floral. — Dans tous les genres pourvus d'une hampe florale, le plan de structure du pédoncule floral est le même que celui de la hampe, avec un nombre moindre de faisceaux libéro-ligneux, souvent cinq, quelquefois six, sept, dix. Quand il y en a cinq, leur position est déterminée et coïncide avec le plan de symétrie antéro-postérieur du calice.

Dans tous les genres que nous groupons autour du genre *Lysimachia*, tous dépourvus d'une hampe florale, les faisceaux libéro-ligneux ne sont pas distincts ; le système conducteur forme une couronne continue qui se divise en dix faisceaux libéro-ligneux au sommet du pédoncule.

Dans les deux cas, le système conducteur s'unit à celui de la tige ou de la hampe par deux arcs libéro-ligneux qui, dans les Primuloïdées, se divisent en faisceaux libéro-ligneux bien définis et dans les Lysimachioïdées deviennent simplement contigus pour former un manchon libéro-ligneux.

Bractée florale. — Les dimensions des bractées florales varient beaucoup. Sans sortir du genre *Primula*, il suffit de comparer celles du *P. sinensis* ou du *P. verticillata* à celles du *P. farinosa*. Il en est de même dans le genre *Androsace* ; citons *A. maxima* comme type à bractées florales volumineuses et *A. septentrionalis* comme type à bractées réduites.

Quand les bractées sont grandes, leur structure rappelle celle de la feuille. Cependant, il faut remarquer que fréquemment, la face externe a moins de stomates que l'interne ou même en est tout à fait dépourvue.

Le système conducteur est beaucoup moins développé, les nervures ne formant jamais de réseau à mailles fermées.

Dans les bractées de petite dimension, la structure est simplifiée, les contours des cellules épidermiques sont rectilignes ou peu s'en faut, les stomates sont surtout ou même exclusivement à la face interne. Le parenchyme est formé de cellules prismatiques volumineuses à la base, allant en se ramifiant vers le sommet.

Parcours des faisceaux dans le réceptacle floral. — Quelle que soit la disposition du système conducteur dans

le pédoncule, il y a toujours dix faisceaux libéro-ligneux à la base du réceptacle floral où s'éteint le périecyle. Cinq de ces faisceaux divergent plus que les cinq autres avec lesquels

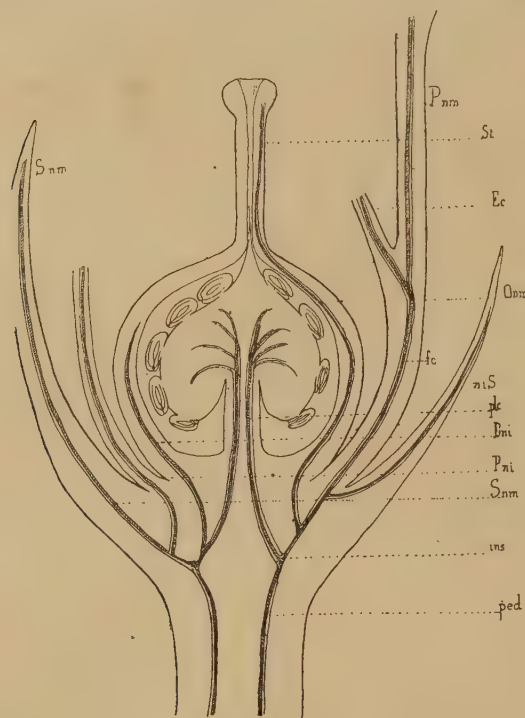


Fig. 20. — Section longitudinale schématique d'une fleur de *Primuloïdée*; *ped*, faisceau du pédoncule floral se divisant en faisceaux pétalaires *Pnm*, et sépalaires *Snm*, sur lesquels s'insèrent les faisceaux placentaires *plc*, en *ins*, *ms*, faisceau intercalaire du calice; *Pni*, faisceau intercalaire de la corolle; *Onm*, faisceau médian de la paroi ovarienne; *Oni*, faisceau intercalaire; *St*, prolongement du faisceau ovarien médian.

ils alternent; ils se prolongent dans la nervure médiane des sépales en restant collatéraux sur toute leur longueur. Les cinq autres se transforment en faisceaux concentriques qui se dirigent dans la corolle. Au commencement de la divergence des dix faisceaux, les faisceaux placentaires viennent s'interposer et s'insérer latéralement sur les précédents (fig. 20).

Un peu plus haut, aux faisceaux pétalaires viennent s'unir

les cinq nervures médianes des carpelles. Lorsque la paroi ovarienne présente dix faisceaux au lieu de cinq, les cinq intercalaires viennent se relier aux faisceaux placentaires.

Le calice et la corolle présentent, outre les nervures médianes, des nervures intercalaires, dix pour le calice, cinq pour la corolle. Celles-ci vont s'unir aux faisceaux sépalaires, les dix autres aux faisceaux pétalaires un peu avant la séparation de la corolle, après s'être unis deux par deux.

Il y a lieu d'ajouter ici l'écart que présentent les genres : *Glaux* dépourvu de corolle, *Samolus* à ovaire semi-infère et *Coris* présentant un entre-nœud assez allongé entre le nœud du calice et celui de la corolle.

Dans le *Glaux*, les cinq faisceaux concentriques alternes avec les faisceaux sépalaires se rendent directement dans les étamines et à leur base s'insèrent les faisceaux de la paroi ovarienne, le reste se passant comme dans le cas général.

Dans le *Samolus*, les dix faisceaux que le pédoncule floral présente à son sommet se prolongent dans la paroi ovarienne, les faisceaux placentaires s'insérant sur eux tout à la base du réceptacle floral qui est très réduit ici. Cinq de ces faisceaux se prolongent dans la nervure médiane du calice; les cinq autres se divisent en deux branches au niveau de l'insertion de la corolle, la plus externe se rendant dans la corolle, l'autre se prolongeant dans la partie supérieure de la paroi ovarienne et de là dans le style.

Dans le *Coris*, les dix faisceaux du pédoncule se prolongent dans le calice. Les faisceaux placentaires s'unissent aux précédents avant leur entrée dans le calice; sur eux s'insèrent d'abord les faisceaux pétalaires, puis ceux de la paroi ovarienne.

Cet exposé rapide du parcours des faisceaux dans la base de la fleur, nous montre qu'à ce point de vue le rameau floral se comporte tout autrement que les rameaux végétatifs et si l'on compare ces observations avec le résultat des dernières recherches sur le système conducteur floral, on

voit que les Primulacées constituent une exception remarquable parmi les Phanérogames.

Le parenchyme conjonctif du réceptacle floral mérite d'attirer l'attention.

Dans la majorité des genres, les cellules y sont rameuses, plus grandes qu'ailleurs et possèdent des membranes épaissies, sauf dans la région médullaire où il est toujours compact, formé de cellules discoïdes à parois minces.

Dans la région comprise entre les deux cônes vasculaires formés vers le bas par l'épanouissement des faisceaux du pédoncule floral et vers le haut par l'épanouissement des faisceaux placentaires, une partie du parenchyme ayant la forme d'une lentille biconvexe, subérifie complètement ses membranes. Il en est de même de chaque côté de l'insertion de la corolle, puis sous cette insertion même; ce phénomène, ajouté à la compression due à l'augmentation de volume de la base de l'ovaire et du calice, détermine la chute de la corolle.

CHAPITRE III

LE CALICE

Le calice est gamosépale, à tous les degrés; le tube peut être très long, comme dans le *Primula officinalis*, ou presque nul, comme dans les *Anagallis*. Sa structure varie de même. Ce qu'il y a de plus constant, c'est la distribution du système conducteur.

Sauf dans quelques fleurs de petite dimension, chaque sépale reçoit à sa base trois faisceaux libéro-ligneux, l'un formant la nervure médiane terminée en hydathode, les deux autres formant les nervures marginales. Ces nervures se ramifient un petit nombre de fois, sans former d'anastomoses. Elles se terminent à une petite distance du bord. A tous les niveaux et dans toutes les espèces, les faisceaux des nervures sont collatérales, à bois interne.

L'épiderme présente les mêmes caractères que celui de la feuille, avec un nombre de stomates généralement plus grand à la face interne et une accentuation plus marquée des stries cuticulaires, s'accusant surtout pendant la fructification.

Le plus souvent, un parenchyme lacuneux forme le mésophylle dans presque toute son étendue. A l'insertion des sépales, le parenchyme est prismatique, à parois minces ou collenchymateuses. Il devient lacuneux un peu plus haut et passe dans la partie libre des sépales à un tissu palissadique qui augmente vers le sommet, peut s'étendre sur la face externe et devenir centrique. Ce fait est très net dans le calice d'*Androsace maxima*.

CHAPITRE III

LA COROLLE

La corolle des Primulacées présente deux parties à considérer : le *tube* et le *limbe*. Il convient d'étudier parfois une région intermédiaire, la *gorge*.

En se basant uniquement sur la morphologie, on peut déjà grouper tous les genres de Primulacées en deux séries ; la première, comprenant autour du genre *Primula* tous ceux qui présentent un tube de longueur au moins égale au limbe portant les étamines insérées à un niveau supérieur à l'ovaire, la seconde comprenant les genres voisins de *Lysimachia* chez lesquels le tube est très court ou nul et les étamines insérées à un niveau inférieur à l'ovaire. Seul le genre *Coris*, qui est bien plus voisin des *Lysimachia* que des *Primula*, embarrasse dans ce groupement, parce qu'il possède une corolle fortement gamopétale. L'anatomie résout nettement cette difficulté.

En effet, il existe seulement deux modes de structure : le type *Primula* et le type *Lysimachia* auquel se rattache le *Coris*.

Type Primula. — a. *Tube.* Les cellules épidermiques et les cellules du parenchyme sont régulièrement prismatiques, à parois minces ne renfermant en général qu'un suc aqueux ; la cuticule est mince et ornée de stries droites, parallèles et verticales. — b. *Gorge et limbe.* Les cellules épidermiques deviennent polygonales et isodiamétriques vues de face. A la

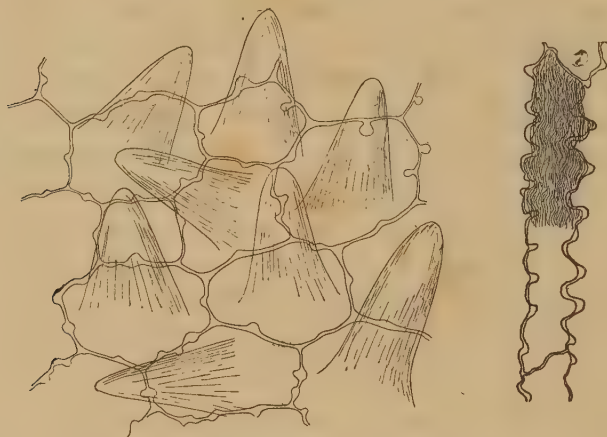


Fig. 21. — Cellules épidermiques de la corolle de *Primula sinensis* et de *Lysimachia Ephemerum*.

face interne, elles se prolongent en général en papilles cylindro-coniques plus longues dans la région de la gorge où elles retiennent les grains de pollen. Ceux-ci s'attacheront aux insectes par lesquels s'opère la fécondation croisée. Le parenchyme revêt un caractère particulier ; les cellules en sont aplaties parallèlement à la surface et rameuses dans le plan du limbe.

Fréquemment, les cellules de l'épiderme externe présentent des replis internes analogues à ceux que l'on trouve dans les cellules épidermiques de la corolle des *Geranium*, dans les cellules du parenchyme des feuilles de *Pin*.

L'appareil conducteur est formé dans le tube par un système de dix nervures dont nous avons indiqué les insertions. De ces dix nervures, cinq ont une structure concentrique

sous l'insertion des étamines et prennent plus haut le type collatéral que possèdent dès la base les cinq nervures intercalaires.

Type Lysimachia. — La différence, que nous avons regardée comme importante en raison de sa généralité, ne porte que sur l'épiderme du limbe. Les cellules épidermiques sont *très allongées* dans le sens de la nervure médiane et présentent des contours curvilignes *ondulés* (fig. 24). Fréquemment sur la face interne, chaque cellule se prolonge en une *série de papilles cylindro-coniques*.

Dans les deux cas, *aucune nervure ne se termine en hydathode*, contrairement à ce qui a lieu dans la feuille.

Si l'on suit le développement de la corolle et des étamines, on remarque qu'à l'origine, les pétales et les étamines sont distincts. Plus tard seulement, lorsque l'étamine est différenciée, la partie du tube de la corolle située sous l'insertion des étamines prend naissance et s'accroît. Ce fait, rapproché de la structure concentrique des faisceaux médians du tube, permet de penser que la partie située sous l'insertion des étamines n'appartient pas à la corolle. C'est une région commune à l'étamine et au pétale correspondant. Il faut dès lors écarter l'hypothèse qui consiste à regarder l'étamine des Primulacées comme un appendice de la corolle.

CHAPITRE IV

L'ANDROCÉE

Les étamines sont toujours au nombre de cinq et oppositipétales, insérées sur ce qu'on considère, peut-être à tort, comme le tube de la corolle. Le filet est dorsifixe.

Dans la série des Primuloïdées, le filet est très court. Il ne dépasse pas la longueur de l'anthère. *Celle-ci est bifide à ses deux extrémités.*

Dans la série des Lysimachioïdées, le filet dépasse plusieurs

fois la longueur de l'anthère. *Celle-ci est mucronée à son sommet et bifide à la base seulement.*

Nous avons étudié la structure de l'étamine dans un nombre considérable d'espèces. Partout le filet et l'anthère ont présenté les mêmes caractères.

Le filet a une section circulaire ou légèrement aplatie dans le sens tangentiel. Il présente un épiderme formé de cellules prismatiques, toujours dépourvu de stomates, muni quelquefois de poils semblables à ceux que porte le reste de la plante (certains *Lysimachia*), ou tout à fait particuliers (les *Anagallis* et surtout l'*A. tenella*) (fig. 83). Sous l'épiderme, vient un parenchyme incolore, à cellules prismatiques ou cylindriques beaucoup plus longues que larges, droites ou quelque peu ondulées, de manière à laisser entre elles des lacunes longitudinales. Un *faisceau concentrique* à symétrie parfaitement axile occupe le sens du filet et se prolonge dans le connectif.



Fig. 22. — Coupe transversale de la moitié du faisceau staminal de *Cyclamen neapolitanum* (gr. = 400), *tc*, tissu criblé; *b*, bois.

Le liber forme un anneau périphérique de fascicules criblés issus de la différenciation d'une seule cellule cambiale, fascicules séparés du parenchyme cortical par une seule assise de fibres primitives, séparées les uns des autres par un ou plusieurs de ces éléments. Le bois occupe le centre et se compose uniquement de vaisseaux, qui se différencient dans le sens radial.

Entre le bois et le liber, il se produit un cambium à fonctionnement très limité, assez épais, mais ne fournissant que des vaisseaux.

L'anthère présente quelques variations dans sa forme

et ses dimensions ; mais sa structure est uniforme. Au moment où les grains de pollen sont encore enfermés par quatre dans leurs cellules mères, l'anthere est constituée à l'extérieur des sacs polliniques par un épiderme et un parenchyme encore méristématique traversé dans la région dorsale du connectif par le prolongement du faisceau concentrique du filet. A ce moment il y a, autour des sacs polliniques une seule assise de parenchyme nourricier qui diffuse aussitôt que les grains de pollen sont indépendants.

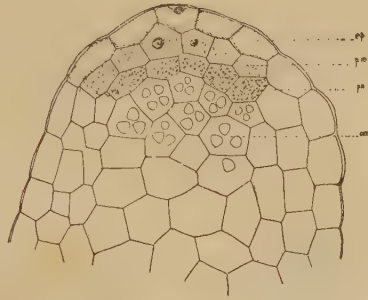


Fig. 23. — Section transversale d'une portion d'anthere jeune (*P. Forbesi*); *ep*, épiderme; *pm*, assise mécanique externe; *pn*, assise nourricière; *cm*, cellules mères des grains de pollen (gr. = 400).

Les cellules épidermiques sont polygonales de face dans les Primuloïdées; elles ont des contours ondulés dans les Lysimachioïdées. On y observe quelquefois des poils courts, tri-cellulaires et très rarement des stomates. Leur contenu disparaît de bonne heure, ce qui favorise la déhiscence de l'anthere.

Le parenchyme mécanique rentre dans le cadre des types décrits par M. Leclerc du Sablon (1). La description qu'il a donnée pour le *Lychnis dioica* s'applique à beaucoup de Primulacées : « Les cellules de l'assise fibreuse sont assez régulières et allongées transversalement; la face interne porte des ornements nombreux parallèles à l'axe de l'anthere et prolongées dans les parois radiales (à leur face interne) par deux branches qui se terminent au contact de la face externe. Celle-ci est complètement dépourvue de parties lignifiées. On voit donc que tous les ornements ont la forme d'un U dont les branches sont tournées vers l'extérieur. »

Ces épaisissements en U sont limités à une plage longi-

(1) Leclerc du Sablon, *Recherches sur la structure et la déhiscence des anthères* (Ann. des Sc. nat. Bot., 7^e série, t. I, 1885).

tudinale, de chaque côté de la ligne de déhiscence. Au delà, vers le connectif, le parenchyme mécanique devient plus épais, envahissant plus ou moins tout le connectif ; les épaiss-

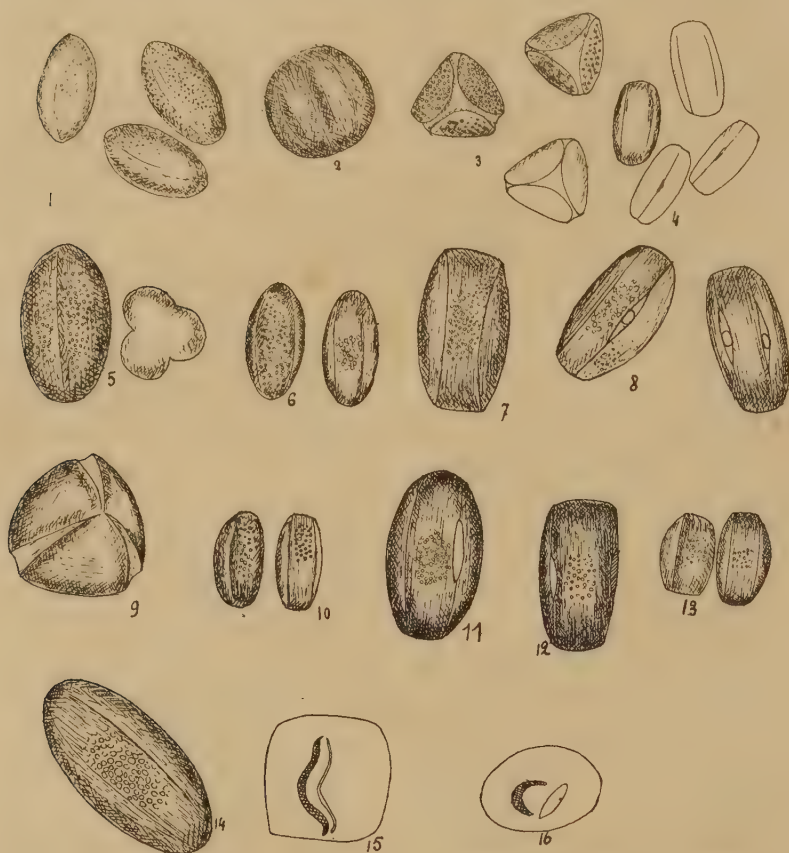


Fig. 24. — Principales formes des grains de pollen : 1, *Primula sinensis* ; 2, *P. elatior* ; 3, *P. Forbesi* ; 4, *Androsace villosa* ; 5, *Hottonia palustris* ; 6, *Samolus Valerandi* ; 7, *Lysimachia Nummularia* ; 8, *Steironema ciliatum* ; 9, *Trentalis europæa* ; 10, *Asterolinum stellatum* ; 11, *Anagallis phænicea* ; 12, *Cyclamen Coum* ; 13, *Cyclamen libanoticum* ; 14, *Coris monspeliensis* ; 15, *Cyclamen Coum* et 16 *Lysimachia verticillata*, grains traités par le carmin aluné.

sissements y deviennent spiralés. Ces cellules se contractent sur toute leur surface et aident par suite les cellules U à déterminer la déhiscence. Souvent aussi tous les épaississements sont spiralés.

Le type du *Malva sylvestris*, que M. Leclerc du Sablon étudie en premier lieu, n'est qu'une modification du type précédent, une complication renforçant la puissance des éléments mécaniques. En effet, dans ces « cellules à griffes », les parties coudées des U sont unies entre elles par un épaississement couvrant presque toute la face interne des cellules. Ce type se rencontre chez les Primulacées (*Coris*), mais très rarement.

Pollen. — A peu d'exceptions près, les grains de pollen sont ellipsoïdes un peu aplatis suivant trois faces dans le sens longitudinal. Ils présentent trois plis méridiens ayant trois pores en leur milieu. La surface est toujours finement ponctuée (fig. 25).

La cloison en verre de montre qui sépare le grain jeune en deux cellules disparaît à la maturité. Le protoplasme est finement granuleux, coloré en jaune clair par de fines gouttelettes d'huile. Les deux noyaux sont inégaux, en forme de fuseau et tordus en spirale comme des anthérozoïdes. Le plus volumineux, noyau fécondant, se colore toujours beaucoup plus par les réactifs que le noyau végétatif (fig. 25, 15 et 16).

CHAPITRE V

LE PISTIL

Ovaire. — *Paroi ovarienne.* — L'épiderme est nettement bifacial. A la face externe, les cellules ont des contours rectilignes. De face leur contour est polygonal et isodiamétrique. Il y a, en général, des poils tri-cellulaires courts disséminés en petit nombre sur toute la surface. Les stomates sont moins fréquents et sont quelquefois localisés, soit à la base, soit au sommet de la paroi ovarienne. Les cellules de l'épiderme interne sont très étroites et très longues.

Les stries cuticulaires externe sont parallèles, ondulées et ne passent pas d'une cellule à l'autre au-dessus des cloisons

radiales où il se forme tardivement de petites stries transverses. Ces ornements de la cuticule s'accusent fortement pendant la maturation des graines. A la face interne, la cuticule est mince et reste lisse.

L'épaisseur du parenchyme varie avec les genres, suivant le volume de l'ovaire. Ainsi

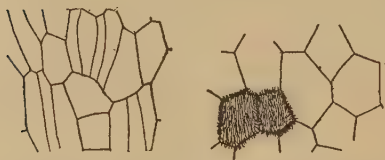


Fig. 25. — Epiderme externe et interne de la paroi ovarienne de *Lysimachia Ephemerum*.

les *Cyclamen* ont une paroi ovarienne épaisse comprenant à la base six à huit assises de cellules, tandis que les *Centunculus* et *Asterolinum* n'ont à la base de l'ovaire qu'une épais-

seur de deux assises de cellules.

Au sommet de l'ovaire, l'épaisseur du parenchyme est toujours plus grande.

Dans toute la région inférieure, les cellules sont prismatiques ou polyédriques, toutes semblables; plus haut, au niveau où doit se produire la déhiscence, la forme des cellules se différencie; vers la face interne, elles sont prismatiques et très longues; vers la face externe, elles sont plutôt polyédriques. Cette disposition est déjà en rapport avec la déhiscence de la capsule.

Les faisceaux libéro-ligneux, au nombre de cinq ou de dix, sont très réduits et ne se développent qu'après la différenciation déjà avancée des faisceaux placentaires; ils sont collatéraux et le liber a une tendance à envelopper le bois; ils forment le passage de faisceaux collatéraux aux faisceaux concentriques.

Ces faisceaux courent dans la paroi ovarienne très près de l'épiderme interne dont ils sont séparés à peine par une ou deux assises de parenchyme. Cette disposition est favorable à la déhiscence du fruit.

Style. — Le style est cylindrique ou légèrement conique. Dans toutes les Primuloïdées, il est renflé en stigmate papilleux à son sommet. Dans les Lysimachioïdées, il n'y

a pas destigmate, la pointe est mousse et papilleuse.

L'épiderme externe est formé de cellules prismatiques régulières, entremêlées de poils sécréteurs, renflées au sommet en papilles stigmatiques (fig. 26).

Cinq faisceaux libéro-ligneux, prolongement des cinq nervures médianes de l'ovaire, parcourent le parenchyme dans toute son étendue, réduits à quelques éléments criblés et vasculaires, divisant le parenchyme en deux zones. La zone externe est réduite à deux assises de cellules prismatiques, courtes; la zone interne comprend des cellules de plus en plus allongées vers le canal stytaire. Elles contiennent un protoplasme très dense et constituent le parenchyme conducteur.

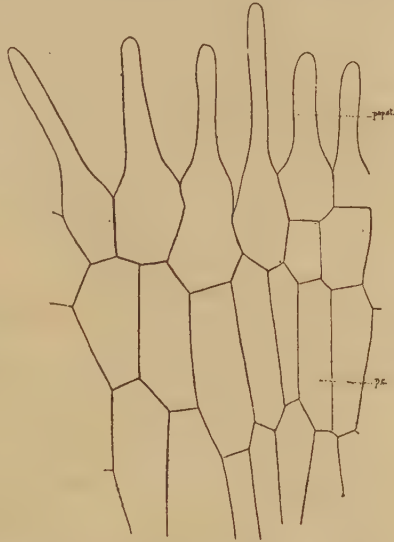


Fig. 26 — Région périphérique du stigmate de *Primula elatior* en coupe transversale (gr = 100 diam.); *pap. st.*, papilles stigmatiques; *pc*, parenchyme conducteur.

Quand le style persiste dans le fruit, toute la zone interne se sclérifie fortement (fig. 31).

Dans la plupart des genres, la partie inférieure du canal stytaire est occupée par un prolongement purement parenchymateux du placenta.

Placenta. — Le placenta comprend une pédicelle cylindrique et une région ovulifère arrondie ou conique qui dans la plupart des genres se prolonge dans le canal stytaire.

Les cellules épidermiques sont très peu caractérisées, rarement cutinisées; nous avons fréquemment observé à leur surface une mince couche de substance mucilagineuse servant probablement au développement des tubes polliniques. Parfois ces cellules sont prolongées en papilles courtes.

Le parenchyme du pédicelle est formé de cellules pris-

matiques régulières très courtes, disposées en files verticales qui vont s'épanouir en gerbes dans la région ovulifère où, par les progrès de la croissance, elles deviennent polyédriques, volumineuses et perdent cette disposition régulière.

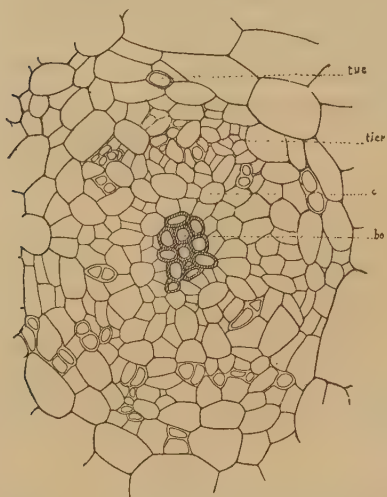


Fig. 27. — Coupe transversale d'un faisceau placentaire de *Primula acaulis* ti. cr, tissu criblé; c, cambium; bo, bois.

Le système conducteur est formé par cinq à dix faisceaux, concentriques, au moins sur une partie de leur parcours (fig. 27). Dans les *Lysimachioidées* et quelques *Primuloidées*, le bois et le liber ne se développent pas vers la face externe. Ce phénomène peut se produire sur les faces radiales du faisceau; on a ainsi des fais-

ceaux libéro-ligneux orientés inversement, mais ce sont toujours des faisceaux indéterminés au point de vue de l'orientation et qui ne sont pas homologues, des faisceaux collatéraux des hampes florales, par exemple (fig. 28).

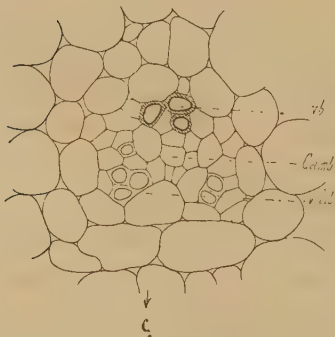


Fig. 28. — Coupe transversale d'un faisceau placentaire de *Lubinia spatulata* Vent. vb, bois; camb, cambium; v lib, tissu criblé; c, centre du placenta.

Dans la masse placentaire, ces faisceaux se ramifient vers les ovules à un ou plusieurs niveaux, sans les atteindre. Ils se prolongent jusqu'à eux par un groupe de cellules conductrices non différenciées. Ces terminaisons sont collatérales.

Dans le *Primula farinosa*, dans les *Douglasia*, les *Asterolinum* et autres *Lysimachioidées* de petites dimensions,

dans le *Coris*, les faisceaux placentaires au-dessus de leur insertion s'unissent de manière à former une colonne libéroligneuse centrale qui atteint le milieu du placenta et ne s'y ramifie pas (fig. 29).

Le parcours des faisceaux dans le réceptacle floral, la structure des faisceaux placentaires, montrent nettement qu'il est impossible d'attribuer la valeur de tige au placenta des Primulacées.

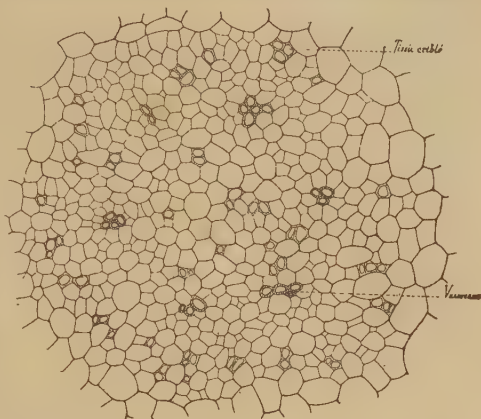


Fig. 29. — Coupe transversale du système conducteur du placenta de *Douglasia vitaliana* (gr. = 450).

Reste donc l'hypothèse de M. Van Tieghem. C'est celle qu'il est le plus sage d'admettre.

Ovule. — L'uniformité de structure de l'ovule, jusque dans les détails les plus intimes, constitue le caractère le plus constant de toutes les Primulacées. Il en sera de même pour la graine.

L'ovule est anatrophe descendant, à micropyle tourné généralement vers le placenta (fig. 30).

Il comprend deux téguments : l'externe formé par deux assises de cellules, l'interne par trois assises. Les deux premières sont prismatiques tabulaires, ainsi que les troisième et quatrième, mais la cinquième est formée de cellules très allongées radialement.



Fig. 30. — Section longitudinale axiale d'un ovule jeune de *Lubinia spathulata* Vent. nu, nucelle; cm, cellule mère du sac embryonnaire; te, tégument externe; ti, tégument interne (gr. = 400).

A la périphérie, une cuticule mince recouvre l'ovule et la membrane en contact avec le nucelle est également cutinisée.

Toutes les cellules des téguments sont remplies d'un protoplasme très dense renfermant en son milieu un noyau volumineux.

Les téguments occupent presque tout le volume de l'ovule ; par contre, *le nucelle est très réduit*. Il est formé par un ensemble de cellules groupées en une sorte de fuseau qui occupe toute la longueur de l'ovule ; ces cellules se distribuent en une assise périphérique et une file axile, dont *la cellule voisine du micropyle* deviendra la cellule-mère du sac embryonnaire. Mais il est important de remarquer qu'on ne trouve cette constitution du nucelle que dans des fleurs très jeunes. *De bonne heure toutes les cellules du nucelle diffluent sauf une, et servent à la nutrition et au développement du sac embryonnaire qui a la structure normale.*

Anatomie du fruit. — Le calice est partout persistant, jouant jusqu'à la fin de l'évolution de la plante un rôle de soutien, de protection et par le fait de sa pesanteur contribuant à la détermination des graines.

Il subit des modifications anatomiques qui sont en relation avec ce triple rôle. L'épiderme interne du calice épaissit considérablement ses cellules sur leurs faces internes et radiales. Le parenchyme qui entoure les nervures subit la même modification.

Paroi de la capsule. — Comme dans la plupart des fruits secs, il n'y a pas prolifération des cellules de la paroi ovarienne, les seules modifications résident dans une lignification plus ou moins considérable des cellules épidermiques et parenchymateuses.

Dans tous les cas, toutes les cellules de l'épiderme interne épaississent et lignifient considérablement leurs parois ponctuées transversalement et par suite moniliformes, vues de face. Cette lignification peut se prolonger à l'épiderme du pédicelle placentaire.

Dans la partie supérieure du fruit, sur toute la hauteur où se produiront les lignes de déhiscence, le parenchyme se sclérifie, sauf le long des faisceaux libéro-ligneux, générale-

ment au nombre de cinq ou de dix. La sclérification peut ne pas intéresser toute la paroi, la région interne reste parenchymateuse, comme l'a observé M. Leclerc du Sablon (1) dans le *Primula elatior*. Plus généralement, une sclérification inégale détermine deux couches : une couche externe à cellules volumineuses à parois très épaisses, une couche interne dont les parois cellulaires se sont moins épaissies. Sous l'action de la dessiccation, il est évident que la couche externe se contractera avec plus d'intensité que la couche interne et que la déchirure se produira suivant les lignes de moindre résistance que présente la région des faisceaux (fig. 31).

Le parenchyme du placenta présente quelquefois des cellules épaissies spiralées (*Primula elatior*). L'amidon y est extrêmement abondant, même après la déhiscence du fruit. Jusqu'à cette époque, de nombreux chloroplastes contribuent à la formation des réserves.

Le bois des faisceaux présente un plus grand nombre de vaisseaux que dans la fleur.

Graine. — Après la fécondation, les deux téguments de l'ovule jouent un rôle très actif dans la formation de la graine. Une vie intense s'y manifeste; des chloroplastes se multiplient dans le tégument interne et contribuent à l'édification de l'albumen. Ces deux téguments donnent respectivement les deux téguments de la graine.

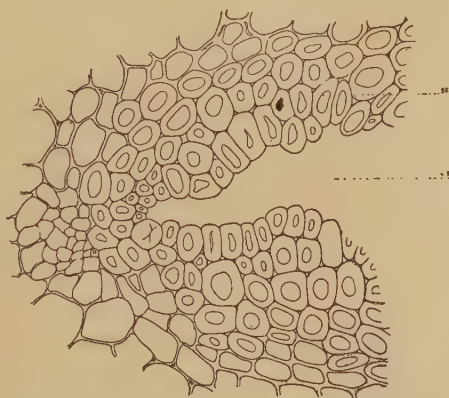


Fig. 31. — Section transversale d'une portion de la base du style de *Lysimachia Ephemereum* sc. sclérenchyme; cs, canal stylaire.

(1) Leclerc du Sablon, *Loc. cit.*

Tégument externe. — Il est formé de deux rangées de cellules parfaitement caractérisées.

Les cellules de la rangée externe sont prismatiques, volumineuses. La paroi superficielle de couleur brune, cutinisée et striée, est fréquemment prolongée en papille. Par la dessiccation, ces papilles se retournent souvent dans l'intérieur de la cellule, vide de contenu à la maturité.

Les cellules de la deuxième rangée sont également pris-

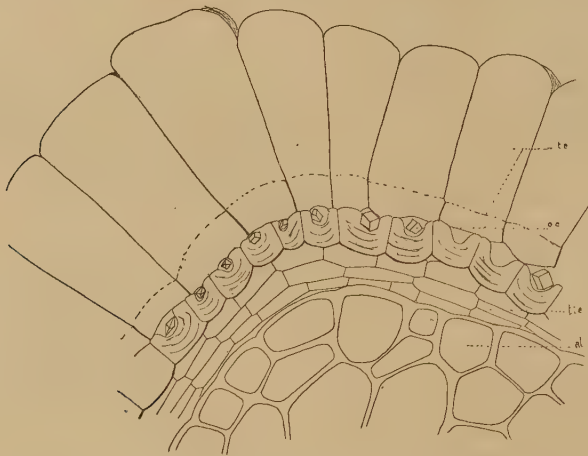


Fig. 32. — Coupe transversale de la graine de *Naumburgia thyrsiflora*; *te*, tégument externe; *ti*, tégument interne; *oc*, cristal d'oxalate de calcium; *al*, parenchyme de l'albumen, (gr. = 400).

matiques, à base 5-6-gonales, l'axe du prisme étant orienté perpendiculairement à la surface, comme dans la rangée externe. Les membranes sont cellulósiques et très épaisses, ne laissant qu'une petite cavité cellulaire occupée complètement par un cristal monoclinique d'oxalate de calcium appliqué contre la base externe. Pendant la germination, ces cristaux ne sont pas dissous. (fig. 32 et fig. 33).

Tégument interne. — Il est formé en général des trois rangées qui composaient le tégument ovulaire interne. Les cellules en sont tabulaires, plus ou moins écrasées, à parois quelquefois épaissies, vides de contenu.

Dans toutes les Primulacées, l'homogénéité du tégument est parfaite. Il en est de même pour l'albumen. Partout les cellules sont polyédriques et remplies d'huile et d'aleurone. Les seules variantes portent sur l'épaississement des membranes, la cellulose constituant, lorsqu'elle est abondante, une troisième substance de réserve.

Entre l'albumen des *Soldanella* dont les membranes sont

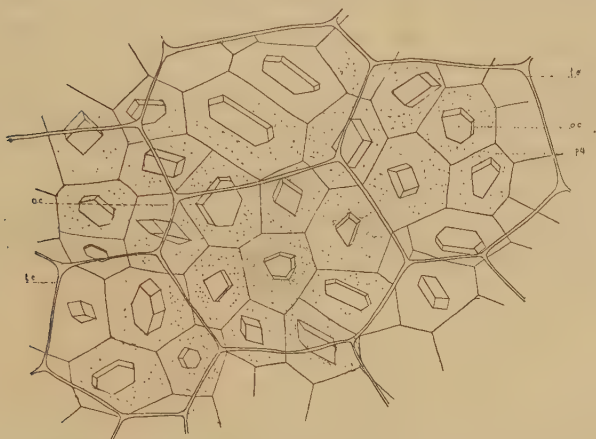


Fig. 33. — Tégument externe de la graine de *Glauz maritima* vu de face; *te*, assise externe; *oc*, cristal d'oxalate de calcium; *pc*, paroi cellulosique épaissie de l'assise sous-superficielle, (gr. = 400 diam).

très minces, et l'albumen des *Cyclamen* à membranes épaissies, il y a toute une gamme d'intermédiaires.

L'embryon lui-même présente partout la même constitution. Outre la substance protoplasmique, ses cellules sont très riches en réserves, l'épiderme renferme surtout de l'huile.

Les cotylédons appliqués l'un contre l'autre ont une section demi-circulaire. Ils occupent environ un tiers de la longueur totale de l'embryon. Un seul faisceau procambial parcourt tout le mésophylle, très près de la face interne. Ce mésophylle est constitué par un parenchyme méristématique compact. L'assise qui vient sous l'épiderme interne présente déjà un léger allongement de ses cellules, perpendiculaire-

ment à la surface. Cette assise de cellules deviendra l'assise palissadique unique des cotylédons.

L'axe hypocotylé qui occupe le reste de la longueur de l'embryon est cylindrique. Il est terminé du côté des cotylédons par une légère proéminence constituant le méristème terminal, d'où sortira la tige. Il nous a été impossible d'y distinguer des cellules initiales pour l'écorce et le cylindre central. Celui-ci n'existe qu'après la réunion des deux faisceaux cotylédonaire en une masse cylindrique parfaitement homogène.

Du côté opposé aux cotylédons, l'*hypocotyle* est terminé par un sommet végétatif de racine à constitution normale.

A l'état embryonnaire, l'*hypocotyle* comprend donc un épiderme sans stomates ni poils, un parenchyme cortical méristématique et un cylindre central de méristème vasculaire.

D'après tout ce que nous venons de voir, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue anatomique, les Primulacées doivent être groupées en deux séries très distinctes ayant pour genre nodal l'une le genre *Primula*, l'autre le genre *Lysimachia*. On pourra considérer ces deux séries comme deux sous-familles, que nous appellerons les Primuloïdées et les Lysimachioïdées. Le tableau suivant résume leurs caractères distinctifs.

Primuloïdées.

Lysimachioïdées.

I. — Caractères morphologiques

Pas de rhizomes différenciés dans les types vivaces.	Rhizomes différenciés dans les types vivaces.
Tiges aériennes toujours courtes.	Tiges dressées à entre-nœuds distincts.
Nervation pennée normale.	Nervation pennée à nervures marginales.
Généralement une hampe florale.	Jamais de hampe florale différenciée.

Calice fortement gamosépale.	Calice à peine gamosépale.
Corolle fortement gamopétale.	Corolle à peine gamopétale.
Étamines insérées au-dessus de l'ovaire.	Étamines insérées tout à la base de la corolle.
Anthères divisées à la base et au sommet.	Anthères divisées à la base, mucronées au sommet.
Filet ne dépassant pas la longueur de l'anthère.	Filet dépassant plusieurs fois la longueur de l'anthère.
Stigmate capité.	Style terminé en pointe obtuse.

II. — *Caractères anatomiques.*

Tiges feuillées à péricycle cellulosique.	Tiges feuillées à péricycle lignifié.
Tiges florales à faisceaux conducteurs distincts.	Tiges florales à faisceaux confluant en une couronne continue.
Faisceaux placentaires concentriques.	Faisceaux placentaires collatéraux inversement orientés par rapport à ceux de la tige.
Épiderme de la corolle : cellules polygonales vues de face, à contours rectilignes ou à peine sinués.	Épiderme de la corolle : cellules très allongées à contours ondulés.

TROISIÈME PARTIE

HISTOLOGIE GÉNÉRALE

L'importance de l'étude histologique approfondie des appareils n'est plus à démontrer. Cette étude peut fournir des données utiles à la physiologie et à la systématique.

Nous avons groupé les tissus en trois systèmes :

- 1° Le système épidermique : Épiderme et Liège.
- 2° Le système fondamental : Parenchymes.
- 3° Le système conducteur : Bois et Liber.

CHAPITRE PREMIER

LE SYSTÈME ÉPIDERMIQUE

Épiderme. — L'épiderme des Primulacées peut se ramener à un type unique malgré des variations qui portent sur la forme des cellules, sur l'épaississement des membranes, sur le nombre et la répartition des stomates, sur la forme et la répartition des poils.

D'une manière constante, les cellules épidermiques sont entremêlées de stomates et de poils à la surface de la tige et de la feuille, du calice et de l'ovaire.

Cellules épidermiques. — Sur la tige, sur le pétiole, le long des nervures saillantes de la feuille et des sépales, à la base des pétales, sur le filet et le style, les cellules de l'épiderme sont de forme prismatique, terminées en biseau à l'une de leurs extrémités. Les parois externes sont épaissies, les radiales minces de telle sorte que la section transversale

de la cavité des cellules présente fréquemment la forme de tonneau lorsque ces parois sont bombées de part et d'autre, comme cela arrive chez beaucoup de *Primuloïdées*, chez les *Samolus* et les *Coris*. La face interne de la membrane externe est plane en général dans les *Lysimachia*, de telle sorte que la section transversale est plus ou moins rectangulaire.

Ces caractères purement descriptifs n'offrent rien de spécial aux Primulacées pour les distinguer des autres familles ou pour les distinguer entre elles.

Bien plus caractéristiques sont les cellules épidermiques des feuilles végétatives et florales.

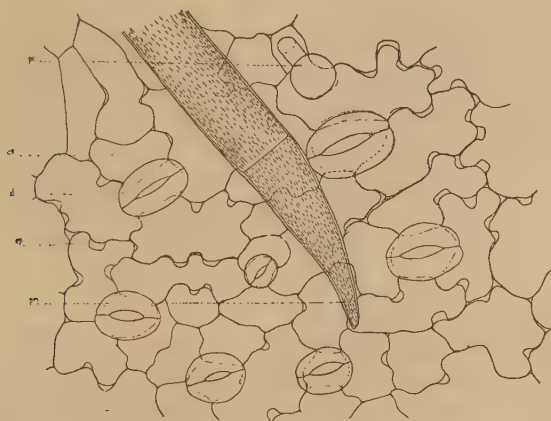


Fig. 34. — Épiderme inférieur de *Primula rotundifolia* Franchet, vu de face; *st*, stomates; *cs*, cellule sœur; *pc*, poil capité court; *pm*, fragment de poil acuminé; *ep*, épaississement des parois radiales (gr. = 400).

Sauf chez les Primulacées xérophiles, chez les *Auricula*, chez quelques *Lysimachia* et chez les *Lubinia*, les cellules épidermiques ont des cloisons radiales curvilignes et ondulées à la surface des feuilles et des sépales, entre les nervures saillantes (fig. 34).

Ces parois sont épaissies aux points de courbure, plus du côté convexe que du côté concave. Elles sont toujours ponctuées et lorsque l'épaississement se manifeste sur toute

leur étendue, elles paraissent moniliformes vues de face.

Les *Auricula* Tourn. ont des cellules épidermiques supérieures à contours rectilignes isodiamétriques (fig. 35). Il en est de même des *Lubinia* et de quelques *Lysimachia*. Les *Aretia*, les *Douglasia*, les *Dionysia* et beaucoup d'*Androsace* ont des cellules prismatiques allongées, semblables sur

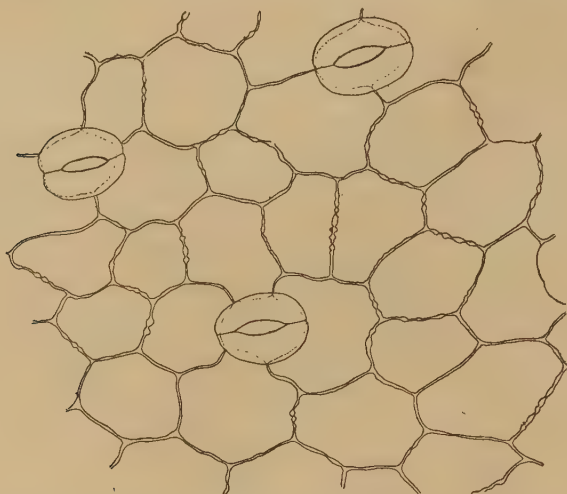


Fig. 35. — Epiderme supérieur de *Primula viscosa* (gr. = 450).

les deux faces. Pour les Auricules, cette déviation est concomitante de l'anomalie qui frappe la tige. Quant aux *Aretia*, aux *Androsace* (partim), etc., cette forme prismatique des cellules épidermiques est un résultat d'adaptation. En effet, on revient graduellement au type normal quand on étudie des espèces de moins en moins xérophiles, espèces qui ont des feuilles de plus en plus larges (*Androsace septentrionalis* L., *A. rotundifolia* Fr.).

L'épiderme de la corolle diffère suivant que l'on considère les Primuloïdées ou les Lysimachioïdées. Chez les premières, les cellules de la gorge et du limbe sont isodiamétriques, vues de face, à contours rectilignes prolongées chacune en une papille, à la face interne. Chez les secondes, les cellules épidermiques sont très allongées, à faces ra-

diales parallèles et régulièrement ondulées. Ici, les poils sont très fréquents; là, ils sont extrêmement rares. Dans les deux groupes, il n'y a jamais de stomates. L'épiderme staminal est prismatique à la surface du filet; les cellules sont isodiamétriques à contours rectilignes ou ondulés à la surface de l'anthere. A la face externe de l'ovaire, les cellules sont isodiamétriques à contours rectilignes, tandis qu'à la face interne, elles sont très étroites et très allongées. Il y a généralement des stomates et des poils à l'épiderme externe.

La cuticule est toujours mince et fort inégalement striée

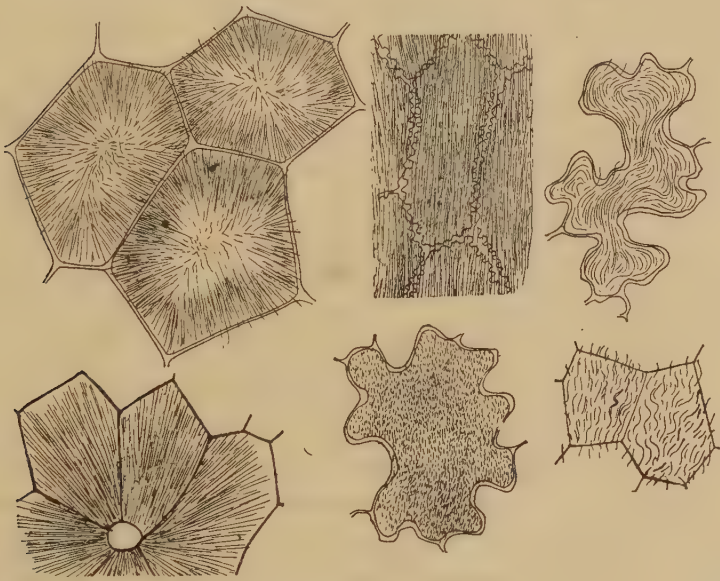


Fig. 36. — Principales formes de stries cuticulaires de l'épiderme des Primulacées : 1° *Bryocarpum himalaicum* : feuille face supérieure; 2° *Primula farinosa* : pédoncule floral, sommet; 3° *Coris monspeliensis* : pétale face interne; 4° *Cyclamen europæum* : feuille face supérieure, stries rayonnant autour d'un poil; 5° *Trientalis europæa* : anthère; 6° *Asterolinum stellatum* : fruit.

suivant les genres (fig. 36). C'est toujours dans le fruit d'une espèce donnée que les stries sont le plus accusées et si on considère l'ensemble de la famille, dans les genres xérophiles. Les stries cuticulaires de la corolle sont les plus fines.

A la surface des tiges, les stries sont rectilignes parallèles et passent d'une cellule à l'autre; à la surface des feuilles, lorsque les cellules épidermiques sont ondulées, les stries ondulent également. Dans les cellules à contours rectilignes, elles sont droites, de direction différente dans des cellules voisines ou passant quelquefois d'une cellule à l'autre.

Dans quelques cas, elles sont très courtes et très serrées, dirigées de tous côtés et plus ou moins parallèles par groupes (*Lysimachia*) ou très lâches et peu nombreuses (*Cyclamen neapolitanum* Tenore).

Sur les poils à membrane mince, la cuticule est lisse; sur les poils mécaniques, elle est finement ponctuée.

Sauf autour de l'ostiole, la membrane des stomates est lisse et faiblement cutinisée.

Poils. — Toutes les espèces de la famille possèdent des poils épidermiques sur les tiges, les feuilles et les fleurs (fig. 37). Ils appartiennent à deux types: 1° *n-cellulaires* unisériés ou ramifiés, capités, ou acuminés; 2° *tri-cellulaires courts capités* à cellule terminale pouvant se diviser par des cloisons radiales. Les *Primuloïdées* possèdent les deux types, les *Lysimachioïdées* n'ont qu'une sorte de poils en général, les *tri-cellulaires courts* à cellule terminale généralement divisée. Cependant *Coris* (*Lysimachioïdée*) présente sur le calice des poils ramifiés, acuminés, tandis que *Cyclamen* et *Dodecatheon* (*Primuloïdée*) ne présentent que des formes courtes.

Pour le *Coris*, on peut penser que ces poils ramifiés sont une conséquence de l'adaptation xérophile. En effet, parmi les Primulacées nous n'avons trouvé de poils semblables que chez les Primulées xérophiles telles que les *Dionysia*, *Douglasia*.

Cyclamen et *Dodecatheon* se comportent comme certaines Primevères qui n'ont qu'une forme de poils (*P. auricula* et espèces affines).

Stomates aérifères. — Vus de face, les stomates ont une forme généralement elliptique, rarement circulaire, les deux axes mesurent en moyenne 40 μ . et 30 μ .

Les genres *Bryocarpum* et *Dodecatheon* se font remarquer par leurs stomates plus volumineux. En nombre très restreint à la surface de la tige, de l'hypocotyle, du pétiole, de la paroi ovarienne, ils sont abondants sur les deux faces de la

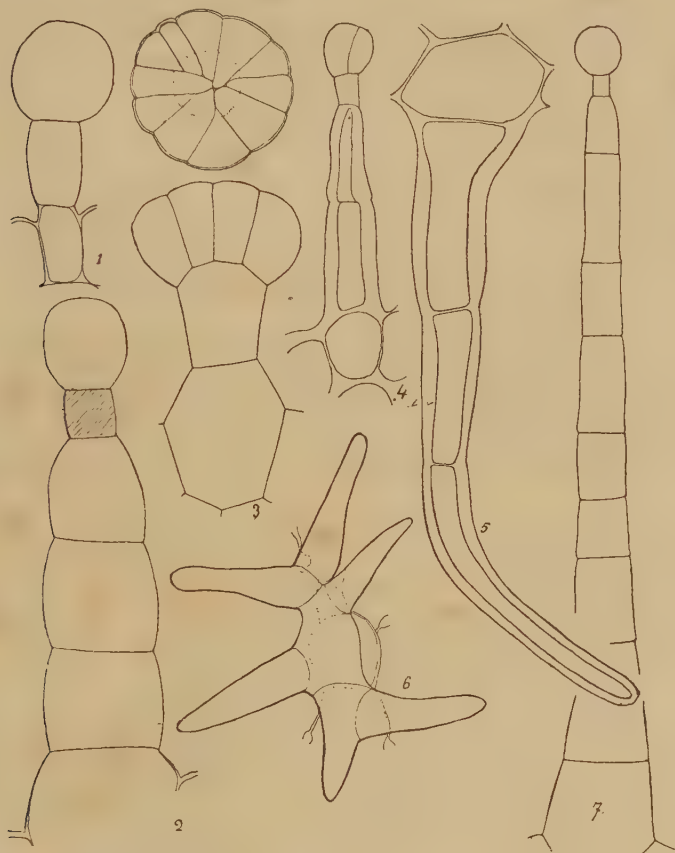


Fig. 37. — Principales formes de poils des Primulacées : 1° *Asterolinum stellatum*; 2° *Primula denticulata*; 3° *Lysimachia verticillata*; 4° *Coris monspeliensis*; 5° *Androsace villosa*; 6° *Douglasia vitaliana*; 7° *Primula sikkimensis*.

feuille, surtout sur la face externe. La face interne en est dépourvue dans quelques très rares exemples. Il est extrêmement rare d'en trouver à la surface de la corolle (*Hottonia*) et de l'étamine.

Les cellules stomatiques sont normalement au même

niveau que les cellules épidermiques adjacentes. Quelques types nettement hygrophiles ont leurs stomates au sommet de petites proéminences (*Primula sinensis*, *Cortusa Matthioli*). Certaines espèces xérophiles ont leurs stomates localisés, soit à la face interne appliquée contre la tige (*Aretia pubescens*), soit dans deux sillons formés par les bords révolutés de la feuille (*Dionysia revoluta*). La transpiration est en outre modérée par un grand nombre de poils. Sur les quatre ou cinq cellules qui entourent le stomate, il y en a toujours deux qui procèdent de la même cellule-mère que le stomate lui-même. Comme nous le verrons, elles sont d'âge différent; par les progrès de la croissance elles deviennent semblables aux cellules normales, sauf quelquefois la plus jeune, qui reste plus petite.

La membrane des cellules stomatiques est faiblement cutinisée et sans stries cuticulaires. Les lèvres externes font légèrement saillie.

Le stomate et les deux cellules annexes tirent leur origine d'une seule cellule épidermique *cm*. La cellule mère se divise par une première cloison donnant une grande cellule *ca* (la première annexe la plus âgée), et une cellule plus petite qui prend une cloison dans un plan perpendiculaire à la première. Des deux cellules ainsi formées,

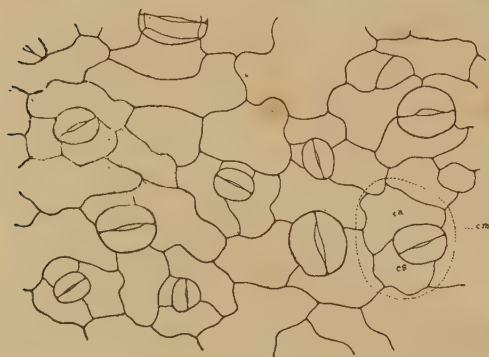


Fig. 38. — Formation des stomates dans la feuille de *Cyclamen Coum* Mill : *cm*, cellule mère; *ca*, cellule annexe; *cs*, cellule sœur; *cst* cellule stomatique, (gr. = 450).

l'une deviendra le stomate *cst* par un cloisonnement parallèle au précédent, l'autre deviendra la deuxième cellule annexe la plus jeune, *cs* (fig. 38).

Le grand axe de l'ellipse stomatique est souvent dirigé

parallèlement à la nervure médiane de la feuille, que celle-ci ait une forme allongée ou qu'elle soit aussi large que longue.

Le genre *Cyclamen* a cela d'intéressant que les stomates s'y forment d'une manière continue, même sur les feuilles les plus âgées (fig. 38).

Le nombre des stomates par millimètre carré de la feuille est trop variable pour qu'on puisse donner une moyenne par millimètre carré. Nous avons donné quelques chiffres dans la partie descriptive.

Stomates aquifères. — Les nervures médianes des feuilles de toutes les Primulacées se terminent en hydatode. Il en est de même des nervures de deuxième et troisième ordre chez les Primuloïdées à feuilles lobées ou dentées. Le stomate aquifère correspondant occupe le sommet de la dent, il est circulaire de face, beaucoup plus large, par conséquent, que les stomates aérifères. Il est entouré par un nombre variable de cellules à contours rectilignes isodiamétriques de face.

Liège. — On peut presque dire que le liège fait défaut chez les Primulacées, car la production en est extrêmement restreinte. Il ne s'en produit jamais dans les racines, même dans celles où l'exfoliation de toute l'écorce est constante. L'endoderme, seul persistant, suffit à la protection du cylindre central. Contrairement à ce qui se passe chez beaucoup de plantes, les cellules endodermiques conservent leur vitalité tant que vit la racine ; à la surface de la membrane primitive subérifiée, le protoplasme dépose une couche de cellulose souvent épaisse et produit une série de cloisons radiales, phénomène très fréquent chez les Gamopétales. M. Perrot le signalait encore dernièrement dans son mémoire sur la famille des Gentianacées (1).

Le liège, quand il existe, peut ne comprendre qu'une seule assise de cellules, il en offre rarement plus de trois. C'est là un fait intéressant à rattacher aux observations de M. Dou-

(1) Perrot, *Anatomie comparée des Gentianacées* (Ann. des sc. nat., 8^e série, t. VII, 1898).

liot dans ses recherches sur le périderme (1). La région de la tige où se forme le liège est invariablement l'épiderme ou la zone tout à fait périphérique de l'écorce.

Cette faible aptitude à la formation d'un liège est encore mieux mise en lumière, lorsque sous l'action d'un traumatisme accidentel ou expérimental, on blesse la plante. Il se forme bien un tissu de cicatrisation, mais non un liège proprement dit. Dans la plupart des cas, c'est le parenchyme entourant la blessure qui subérifie ses membranes et joue le rôle protecteur.

CHAPITRE II

SYSTÈME FONDAMENTAL

Parenchymes. — Le parenchyme fondamental des racines, tiges et pétioles est formé de cellules prismatiques, radialement sériées dans les parties jeunes de ces organes. Ces cellules, avec les progrès de la croissance, deviennent plus ou moins cylindriques, dérangent leur disposition première et épaississent un peu leurs parois, surtout sous l'épiderme où elles deviennent légèrement collenchymatoïdes. Dans la racine, la sériation radiale de l'écorce interne persiste sur presque toute l'épaisseur et pendant toute la durée de l'organe.

La membrane subit quelques modifications. Dans les parties âgées de la tige, elle s'épaissit légèrement en devenant plus ou moins collenchymatoïde. Dans la tige des *Auricula* l'épaississement est très marqué et se répartit sur toute la surface de la cellule. Enfin à l'insertion des feuilles sur la tige, à l'insertion d'une tige n quelconque (fig. 39) sur la tige ($n-1$), dans les membranes de l'albumen, l'épaississement est considérable. Dans les *Cortusa*, les *Lysimachia*, beaucoup de *Primula*, dans les *Soldanella*, le parenchyme

(1) H. Douliot, *Recherches sur le Périderme* (Ann. des sc. nat., 7^e série. t. X, 1889).

fondamental, cortical ou médullaire, est parsemé de sclérites ou d'îlots scléreux qui peuvent prendre un très grand déve-

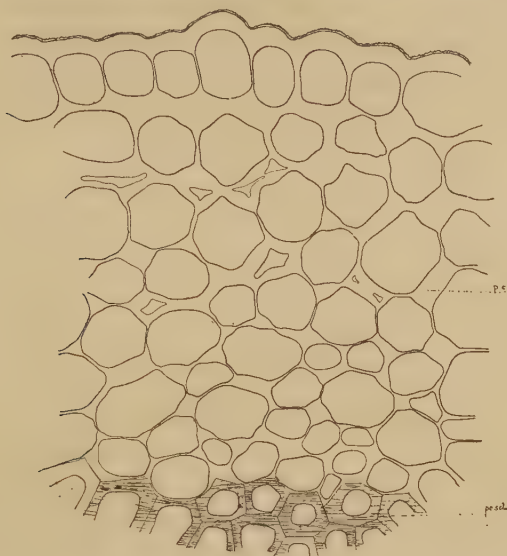


Fig. 39. — Parenchyme collenchymatoïde de la hampe florale de *Primula farinosa* à son insertion sur la tige feuillée (gr. = 450).

loppement, au point d'envahir presque tout le tissu fondamental (fig. 40).

Le parenchyme cortical des tiges à péricycle scléreux se lignifie au contact de cette région, lorsqu'elles ont atteint leur maximum de développement. Il en est de même du parenchyme périmédullaire au contact des fibres primitives internes, qui ne se lignifient jamais, et au contact du sclérenchyme vasculaire ou péricyclique compris entre les pointements ligneux.

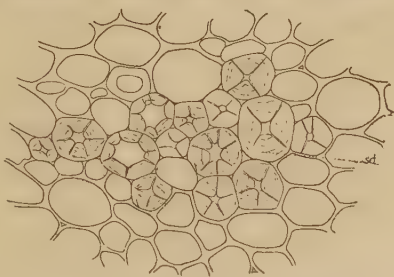


Fig. 40. — Sclérenchyme médullaire de la tige de *Soldanella alpina*, en coupe transversale, (gr. = 450).

Le parenchyme du pétiole ou, quand il n'y a pas de pétiole, de la région basilaire des feuilles, celui de toutes les

nervures saillantes, présente les mêmes caractères que celui de la tige, mais avec des cellules beaucoup plus grandes.

Le parenchyme assimilateur du limbe présente un type que je puis appeler familial et sur lequel je me suis étendu suffisamment en décrivant l'anatomie de la feuille. Dans

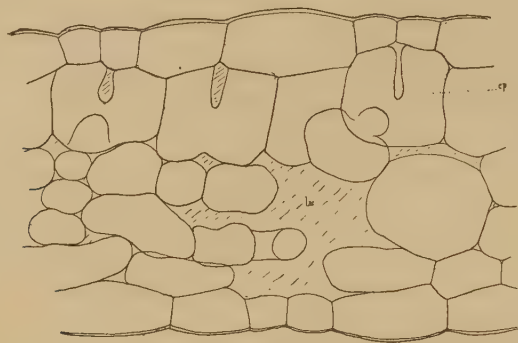


Fig. 41. — Coupe transversale du limbe d'une jeune feuille de *Lysimachia punctata* : cp, cellules palissadiques en fer à cheval; lac, lacunes (gr. = 400).

quelques cas, nous avons observé des cellules palissadiques en fer à cheval (fig. 41) (*Lysimachia punctata*).

Tous les parenchyms périphériques exposés aux radiations lumineuses renferment des chloroplastes dans le protoplasme pariétal de leurs cellules. Des racines ayant poussé à la lumière nous ont montré, en petite quantité, des corpuscules chlorophylliens. Ce fait ne nous permettrait-il pas de penser que les chloroplastes sont le produit de la différenciation immédiate du protoplasme, puisqu'il n'y a normalement pas de chloroleucites dans la racine?

L'amidon est abondant surtout dans les rhizomes et les racines; il est généralement sous forme de grains arrondis composés, formés par la réunion de plusieurs grains simples fortement accolés et comprimés les uns contre les autres.

Tous les parenchyms sont parsemés de cellules tannifères de même forme que les cellules normales, mais souvent plus longues. Bon nombre de *Lysimaques*, outre les cellules tannifères, renferment dans leurs parenchyms des poches

sécrétrices en forme de fuseau, tapissées d'une assise de cellules aplaties, poches à contenu solide, de structure radiée, qui se colore également par les réactifs colorants du tannin. Une étude chimique en serait à faire.

La feuille des *Coris*, à son sommet, et la partie supérieure du calice renferment également de semblables poches sécrétrices.

Il n'y a pas de collenchyme proprement dit (collenchyme à éléments longs) dans toutes les Primulacées que nous avons étudiées.

CHAPITRE III

SYSTÈME CONDUCTEUR

Liber. — Le tissu criblé se différencie suivant un mode commun à toutes les espèces de la famille, mode d'autant plus intéressant à signaler qu'il s'écarte un peu du type général et n'a pas été décrit dans le travail de M. Perrot sur le tissu criblé.

La structure du tissu criblé varie dans une même plante avec l'organe considéré, racine, tige ou feuille, et même avec l'âge relatif de la région étudiée.

Les éléments constitutifs sont des tubes criblés, des cellules compagnes et du parenchyme libérien. Examinons comment se fait la différenciation du tissu criblé dans un méristème. Normalement, il n'y a jamais formation de tubes criblés tout à la périphérie du faisceau procambial, au contact du parenchyme fondamental externe. Des cellules en nombre variable séparent ces deux tissus et vont constituer le péricycle de la racine, de la tige et les fibres péridermiques externes des faisceaux de la feuille. Ces éléments externes aux cellules criblées, dérivés du méristème vasculaire ne sont donc pas comparables dans la tige aux éléments de la moelle, ce n'est pas du parenchyme conjonctif.

Des cellules procambiales peuvent se transformer direc-

tement en tubes criblés; le fait se passe quelquefois dans la racine.

Normalement, les tubes criblés résultent du cloisonnement plusieurs fois répété d'une cellule primitive. Il s'établit d'abord une cloison tangentielle; une des deux cellules-filles, l'externe, se divise par une cloison radiale. C'est l'une des dernières cellules qui devient un tube criblé, en passant par les différents stades qu'ont décrits M. Chauveaud (1) et M. Léger (2). Il peut aussi se faire une cloison radiale dans la cellule-fille interne et se produire un autre tube criblé.

Toutes les cellules méristématiques du liber ne se transforment pas en tubes criblés. Un certain nombre restent à l'état de fibres primitives (de cellules cambiformes), ayant l'aspect de cellules parenchymateuses. Il en résulte un type caractéristique que l'on retrouve toujours, avec des variantes, dans le nombre des cellules parenchymateuses. Les éléments criblés sont disposés en îlots, séparés par des cellules de parenchyme libérien, plus ou moins abondantes dans les différents organes de la plante. C'est dans la tige et surtout dans le pétiole qu'elles sont le plus nombreuses. La racine en renferme peu dans l'intérieur des îlots et elles diminuent dans la feuille à mesure que l'on approche de la terminaison des faisceaux. Le liber des hampes florales et des pédoncules floraux est presque complètement formé de cellules résultant de la différenciation criblée.

Enfin, dans les faisceaux foliaires, les fibres péridermiques externes ou internes diminuent dans la même proportion que les cellules parenchymatoïdes intralibériennes.

Avec l'âge, toutes les cellules du liber peuvent prendre un aspect collenchymateux, qui est même très accusé dans les plantes du type *Aretia*, *Dyonisia*, *Douglasia*, *Coris*, qui

(1) G. Chauveaud, *Sur l'évolution des tubes criblés primaires* (Compt. Acad. des Sc., octobre 1897).

(2) Léger, *Recherches sur l'origine et les transformations des éléments libériens* (Mém. Soc. Linn. de Normandie, t. XIX).

ont un port spécial aux plantes xérophiles. Toute l'écorce de la racine ou de la tige s'y exfolie. Le péricycle devient plurisériel. L'assise génératrice fournit beaucoup d'éléments qui conservent leur disposition radiale, se transformant de-ci de-là en tubes criblés suivant le mode normal, en épaississant considérablement leurs parois (fig. 42).

Dans un petit nombre de cas, il se produit une lignification des éléments criblés externes (tiges âgées de *Lysimachia*, hampe florale de *Pr. Yessoensis* Mi-

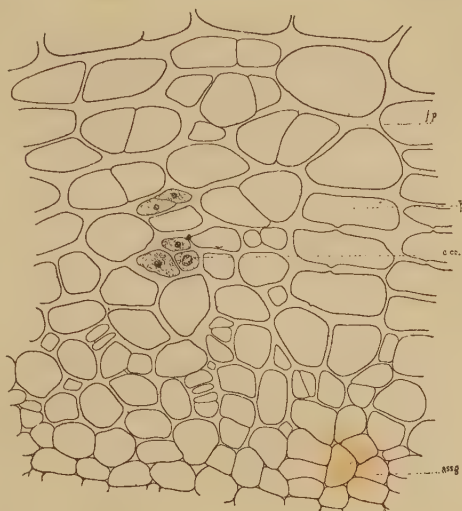


Fig. 42. — Coupe transversale du liber secondaire d'*Androsace lanuginosa*, pris dans une racine adventive âgée : *fp*, fibres péricycliques en voie de cloisonnement; *pl*, parenchyme libérien; *c. cr.*, tubes criblés; *ass. g* assise génératrice (gr. = 450).

quel). Cette lignification des tubes criblés n'a pas encore été signalée.

Bois. — Le bois des Primulacées se compose uniquement de vaisseaux et de parenchyme cellulosique ou lignifié.

La répartition de ces éléments est différente dans la racine, la tige et la feuille.

Le bois primaire de la racine principale se compose uniquement de vaisseaux. Ils forment une bande bipolaire diamétrale qui s'élève à une hauteur variable dans l'axe hypocotylé. Les faisceaux ligneux primaires des racines adventives sont peu volumineux et n'atteignent jamais le centre; de même que dans la racine principale, l'élément parenchymateux n'y entre pas. Il peut se différencier tardivement des vaisseaux aux dépens des cellules de la moelle.

Le bois secondaire renferme toujours du parenchyme cellulosique dans les racines principales des Primuloïdées (fig. 43) et dans les racines adventives des Primuloïdées

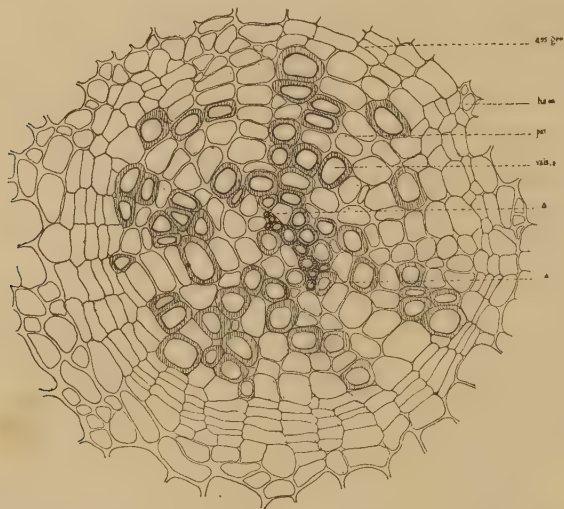


Fig. 43. — Bois primaire et bois secondaire de la racine de *Primula obconica*.
ass. g., assise génératrice; *tis. cr.*, tissu criblé; *par.*, parenchyme vasculaire; *vais. 2.*,
 vaisseaux secondaires; $\Delta\Delta$, bois primaire (gr. = 450).

xérophiles du type *Aretia*. Le sclérenchyme est abondant dans les racines âgées du *Coris monspeliensis* seulement.

Dans les Primuloïdées hygrophiles (*Primula*, *Cortusa*, etc.), il ne se forme que très peu de bois secondaire dans les rayons et à la face interne du liber, tandis que dans les Lysimachioïdées hygrophiles vivaces et dans les espèces annuelles plus ou moins xérophiles comme *Asterolinum stellatum*, le bois forme un cylindre plein, composé de vaisseaux à parois épaissies plus fortement que dans les autres types physiologiques.

On établit généralement dans le bois de la tige une distinction en bois primaire et bois secondaire. On admet que le bois primaire résulte de la différenciation directe d'une partie du méristème vasculaire primitif et que le bois secondaire tire son origine du fonctionnement d'une assise géné-

ratrice. De nombreuses observations faites sur la tige des Primulacées et de beaucoup d'autres Phanérogames nous permettent d'avancer que le bois primaire des auteurs ne se différencie pas directement aux dépens du procambium. Avant toute différenciation ligneuse, les cellules les plus internes du méristème vasculaire subissent une série de divisions tangentielles : il y a formation d'une assise génératrice

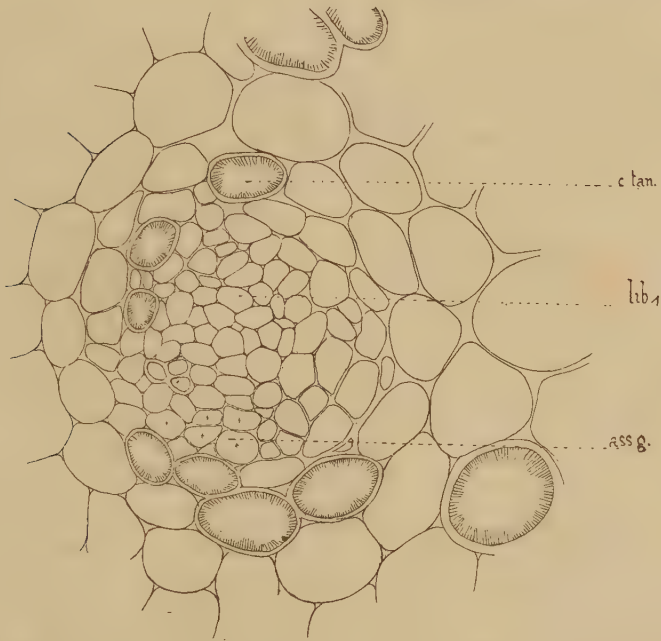


Fig. 44. — Jeune faisceau libéro-ligneux de la hampe florale de *Primula viscosa* montrant les premiers cloisonnements de l'assise génératrice, qui donneront le bois primitif : *c. tan.*, cellules tannifères; *lib₁*, liber primaire; *ass.g.*, assise génératrice (gr. = 670.)

(fig. 44), dont les éléments se différencient progressivement en vaisseaux, en cellules parenchymateuses, dans la partie la plus interne du faisceau.

Plus vers l'extérieur, toutes ces cellules se transforment en vaisseaux ou en vaisseaux et sclérénchyme. Il est donc plus rationnel de dire *bois primitif* au lieu de bois primaire (fig. 45). On peut conserver l'expression de bois secondaire.

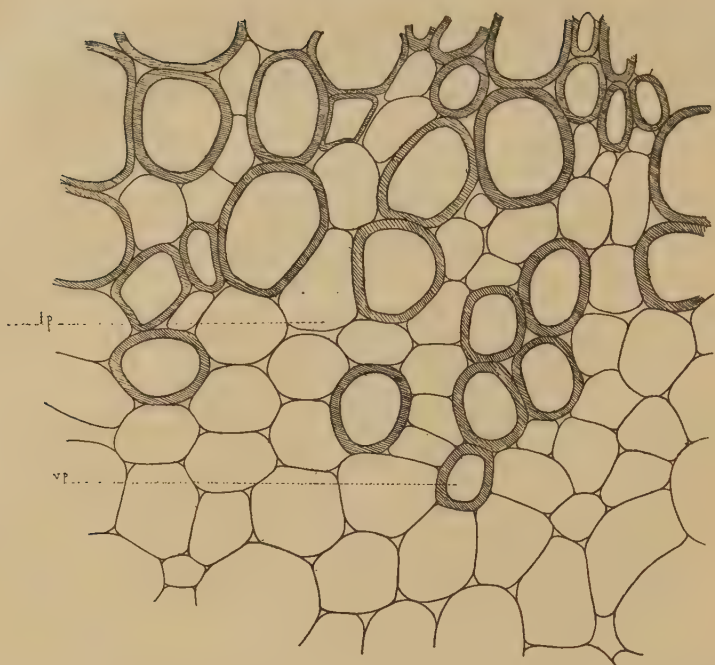


Fig. 45. — Coupe transversale du bois primitif de la tige de *Lysimachia Ephemerum* : fp, fibres primitives vasculaires; vp, vaisseaux primitifs.

Cette distinction lorsqu'elle existe n'a plus qu'une importance purement histologique.

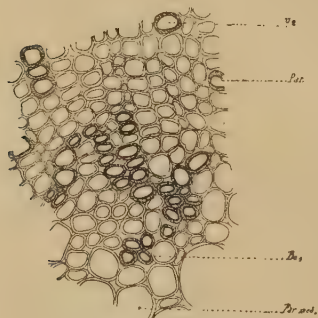


Fig. 46. — *Douglasia Vitaliana*. Composition histologique du bois de la tige feuillée : v₂, vaisseaux secondaires; par, parenchyme vasculaire; bo₁, bois primitif; par.méd, parenchyme médullaire.

Dans les tiges feuillées, le bois primitif est formé en grande partie de cellules parenchymateuses cambiformes à contenu protoplasmique et de files radiales de vaisseaux spiralés, puis annelés. Le bois secondaire est surtout formé de sclérenchyme entremêlé de vaisseaux, disposés en files radiales, sauf toutefois dans les Primuloïdées xérophiles. Chez ces dernières, l'élément parenchymateux cellulosique est très

abondant dans tout le bois (*Douglasia Vitaliana*) (fig. 46).

Dans les tiges florales et dans toutes les pièces de la fleur, comme aussi dans la feuille, il y a quelques cellules parenchymateuses cambiformes à la pointe du faisceau; tout le reste est uniquement composé de vaisseaux spirales et annelés.

Pendant la maturation du fruit, l'assise génératrice des

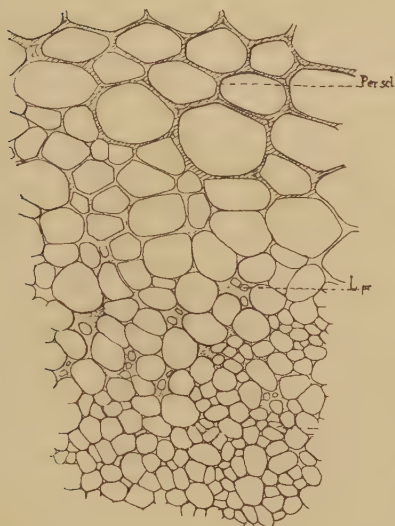


Fig. 47. — Liber primaire âgé et altéré de la hampe florale de *Primula officinalis*: *Per. scl*, péricycle sclérifié; *Lpr*, liber primitif.

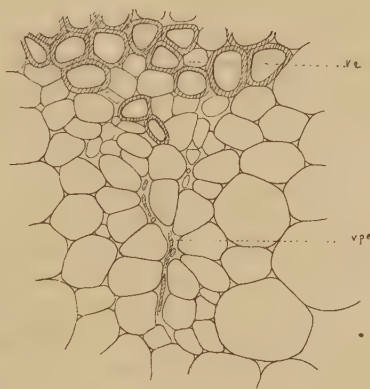


Fig. 48. — Bois primaire âgé et altéré de la hampe florale de *Primula Auricula*: *vpe*, vaisseaux primitifs écrasés.

hampes florales fournit un peu de sclérenchyme à la face externe des vaisseaux.

Dans les parties les plus âgées, le liber primaire et le bois primitif perdent leur activité et leur aspect initial. Les cellules criblées s'écrasent et leurs parois deviennent collenchymatoïdes (fig. 47). Les vaisseaux primitifs sont tout à fait écrasés par les cellules de parenchyme vasculaire primitif qui ont conservé leur activité (fig. 48).

QUATRIÈME PARTIE

ANATOMIE DESCRIPTIVE

1. PRIMULA L.

De toutes les Primulacées, c'est le genre *Primula* qui a été le plus étudié au point de vue anatomique. M. Kamienski n'a étudié qu'un petit nombre d'espèces dans leur appareil végétatif; M. Van Tieghem a étudié la tige de presque toutes les Primevères. Il restait donc encore un vaste champ d'études que nous avons en grande partie exploré. Nous avons pu ainsi relever bien des faits nouveaux, rectifier des observations, proposer des interprétations nouvelles et il reste encore à faire.

L'ordre suivi est la classification de M. Pax (1). Le genre *Primula* a été divisé en vingt sections.

SECTION I. — *Sinenses* Pax.

P. Sinensis Lindl.

RACINE. — *Racine principale*. — Type binaire. Écorce normale avec assise pilifère à poils courts, assise subéreuse à parois subérifiées sur tout leur pourtour, parenchyme homogène amylicifère, endoderme à cellules très tôt épaissies à la face interne de la membrane primitive tout à fait subérifiée, et très tôt recloisonnées dans le sens radial. — Pérycyle simple; lame ligneuse bipolaire diamétrale et deux petits groupes d'éléments libériens primaires; à leur face interne s'établit un cambium libéro-ligneux secondaire aux dépens de l'assise unique de fibres primitives qui sépare le bois du liber.

HYPOCOTYLE. — Sur toute sa longueur l'axe hypocotylé présente un cylindre central constitué comme celui de la racine principale, avec

(1) Voir F. Pax, *Monographische Uebersicht* (Engler's Jahrb. Bd X, p. 73-241).

productions libéro-ligneuses secondaires un peu plus développées. Parenchyme cortical formé de cellules plus ou moins cylindriques lâchement unies, comprenant entre elles des lacunes d'autant plus nombreuses et larges que s'accroît le diamètre du cylindre central.

Au sommet les vaisseaux ligneux centraux de la lame vasculaire primaire se mettent en rapport avec les vaisseaux des deux massifs secondaires, au moyen de vaisseaux courts, tandis que les vaisseaux primitifs sont écrasés ; puis les traces foliaires des cotylédons, insérés sur l'axe dans le plan du bois primaire, s'unissent également aux deux massifs secondaires qui se continuent plus haut dans la tige.

TIGE. — La structure de la tige varie d'une manière notable avec l'âge de la plante, et même avec les spécimens étudiés dans certains cas. Les variations portent sur l'appareil conducteur et sont uniquement quantitatives. Épiderme à cellules prismatiques entremêlées de longs poils capités, pluricellulaires et tri-cellulaires courts.

Parenchyme cortical chlorophyllien composé de cellules prismatiques s'exfoliant progressivement jusqu'à l'endoderme.

Pérycyle simple dans la tige jeune, s'épaississant graduellement par une série de divisions tangentielles, les parois devenant collenchymatoïdes. — Tissu criblé en couronne continue, très collenchymatoïde, à îlots d'éléments criblés disséminés au milieu d'un parenchyme libérien abondant ; assise génératrice très épaisse en général. — Bois tantôt en couronne continue d'épaisseur inégale, tantôt en faisceaux à section triangulaire plus ou moins confluent ou séparés par du parenchyme vasculaire. — Moelle collenchymateuse dans la zone périphérique, cellules bourrées d'amidon, de même que celles de l'écorce.

FEUILLE. — 1° *Cotylédon.* — Cellules épidermiques prismatiques à la surface du pétiole et au-dessus de la nervure médiane, à la face inférieure du limbe ; parois courbes fortement ondulées sur le reste du limbe, stomates extrêmement abondants, sauf sur le pétiole où ils font défaut ; poils nombreux. — Mésophylle bifacial, une, quelquefois deux assises de tissu palissadique et deux, trois assises de cellules aplaties parallèlement à la surface, peu rameuses ; dans le pétiole, parenchyme prismatique. Nervure médiane à section elliptique jusque vers le milieu du limbe ; plusieurs rangées de fibres primitives externes ; tissu criblé abondant en îlots ; bois formant une bande tangentielle étroite.

2° *Feuille.* — *Pétiole.* — Section transversale convexe sur la face externe, concave et creusée d'un sillon sur la face interne. Cellules épidermiques prismatiques et poils pluricellulaires capités longs, très nombreux.

Parenchyme très épais collenchymateux sous l'épiderme, prismatique vers l'arc libéro-ligneux autour duquel il ne différencie pas de gaine endodermique subérifiée. — Appareil conducteur en arc très ouvert ; à la face externe, plusieurs assises de fibres primitives collenchymatoïdes, s'insinuant entre les ilots du tissu criblé disposé

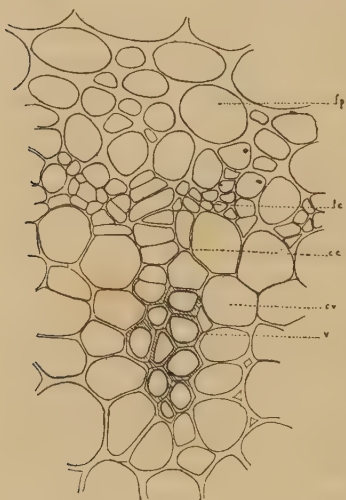


Fig. 49. — Portion de l'arc libéro-ligneux du pétiole de *Primula sinensis* : *fp*, fibres péridermiques ; *tc*, tubes criblés ; *c*, cambium ; *cv*, cellules parenchymateuses vasculaires ; *v*, vaisseaux (coupe transversale).

en arc continu ; bois formé de faisceaux triangulaires distincts (fig. 49) ou d'un arc continu suivant l'âge du pétiole, les premières files radiales de vaisseaux se différenciant à une certaine distance les unes des autres, la différenciation des files suivantes se faisant progressivement entre les premières.

Limbe. — (Face externe). Cellules épidermiques à parois radiales courbes et sinueuses sauf au-dessus des nervures saillantes. Stomates très nombreux au niveau des cellules épidermiques ou portées au sommet de petites éminences. Poils de deux formes, tri-cellulaires courts et *n*-cellulaires variables dans leurs dimensions et nombreux surtout le long des nervures saillantes. (Face interne), cellules à parois droites ou à peine courbes et sinueuses, pas de stomates et une forme de poils, *n*-cellulaires longs. — Mésophylle bifacial : une, deux assises de cellules palissadiques ; cinq à sept assises de cellules très rameuses aplaties parallèlement à la surface à lacunes sous-stomatiques particulièrement volumineuses sous les émergences stomatiques.

La culture influe beaucoup sur la structure de la feuille de *P. sinensis*, ce qui explique la divergence que présente notre description avec celle de M. Kamienski (1).

La nervure médiane et les nervures de second ordre se terminent dans les dents de la feuille par une hydathode. Nervure médiane : Arc externe de fibres primitives collenchymateuses, arc de tissu criblé en ilots et bois en éventail formé de files radiales de vaisseaux séparées par du parenchyme conducteur, amas de fibres primitives internes.

(1) Nous avons pu étudier une feuille d'individu spontané.

HAMPE FLORALE. — La hampe florale a une structure typique, nous retrouverons cette structure avec les mêmes caractères dans tous les genres de Primulacées qui sont pourvues de hampes florales.

Épiderme à cellules prismatiques, petit nombre de stomates et poils longs très abondants. — Parenchyme prismatique à arêtes arrondies dans la zone externe, chlorophyllien et amylofère ; endoderme à parois subérifiées. — Péricycle cellulosique avant l'anthèse, lignifié après ; faisceaux libéro-ligneux en nombre variable (12 à 15). Liber étalé tangentiellement, renfermant peu de parenchyme ; faisceaux ligneux à section triangulaire à fibres primitives internes nombreuses. — Parenchyme médullaire prismatique légèrement collenchymateux à la périphérie, où il se lignifie après l'anthèse.

BRACTÉE FLORALE. — Dans les individus spontanés, les bractées sont lancéolées, acuminées, comme en témoignent les types directement rapportés de Chine, que nous avons vus au Muséum de Paris.

La forme et les dimensions des bractées observées sur des plantes de culture varient considérablement, les plus internes se rapportent au type spontané. Nous donnons l'anatomie d'une bractée externe très développée. Épiderme à cellules allongées, ondulées. Stomates et poils extrêmement nombreux. — Mésophylle hétérogène présentant trois régions à considérer : 1° région marginale méatique formée de cellules à section arrondie ; 2° région formée de parenchyme rameux le long de la nervure médiane ; 3° région comprise entre les deux précédentes à parenchyme palissadique vers la face interne, parenchyme rameux sur la face opposée. — Nervure médiane à section ovale comprenant les mêmes éléments que les nervures de la feuille, les fibres primitives externes se lignifiant tardivement dans les bractées âgées.

PÉDONCULE FLORAL. — La structure est la même que celle de la hampe avec un nombre moindre de faisceaux libéro-ligneux (6, 7 au sommet). L'endoderme est très riche en grains d'amidon groupés.

CALICE. — Cellules épidermiques à contours rectilignes à la base et au sommet des sépales, limitées par des lignes brisées dans la région intermédiaire où sont localisés les stomates, très nombreux. Poils tri-cellulaires courts et poils *n*-cellulaires longs, capités, ceux-ci très abondants vers les bords des sépales, renfermant des chloroplastes englobant des grains d'amidon groupés.

Parenchyme rameux de la base au sommet sur une épaisseur de quatre, cinq assises. Après la fructification, les cellules épidermiques épaississent beaucoup leurs parois externes.

Nervures très nombreuses ; les six, sept faisceaux du pédoncule

floral se ramifient au sommet de ce dernier, de manière à donner dans la partie inférieure discoïde du calice, quinze à vingt faisceaux se ramifiant encore plus haut.

Section ovalaire étroite, liber plus abondant que le bois, structure analogue aux nervures du même volume de la feuille.

COROLLE. — Cellules épidermiques à contours rectilignes ou légèrement sinués, prolongées en papilles longues au-dessus de l'insertion des étamines, autour de la gorge de la corolle et en papilles très courtes sur toute la surface du limbe. Poils *n*-cellulaires localisés sur le limbe seulement (fig. 20).

Parenchyme prismatique à la base, devenant progressivement rameux jusqu'au sommet des pétales.

Des dix faisceaux libéro-ligneux, les cinq médians sont concentriques sous l'insertion des étamines et collatéraux au-dessus de ce point, le liber ayant toutefois une tendance à envelopper le bois ; les cinq faisceaux intercalaires sont collatéraux sur tout leur parcours.

ÉTAMINE. — Filet court conique, aplati tangentiellement. Épiderme à cellules prismatiques allongées, cuticule fortement striée ; ni poils ni stomates. Parenchyme légèrement amylofère, formé de cellules cylindriques ; méats nombreux.

Faisceau central concentrique comprenant à la périphérie une assise de fascicules criblés, issus chacun d'une cellule de méristème, au centre, quelques vaisseaux spirales et annelés et entre le bois et le liber plusieurs assises de méristème.

Anthère dorsifixe à déhiscence latérale ; section transversale en forme de trapèze isocèle, sillon à la face interne et aux faces latérales, dépression à la face externe.

Épiderme à cellules rectilignes section elliptique, cuticule fortement striée. Parenchyme mécanique ne comprenant qu'une seule assise de cellules à éléments spirales le long des faces latérales, augmentant graduellement d'épaisseur vers le connectif complètement lignifié, sauf quelques cellules en contact avec le faisceau concentrique qui en occupe la région externe.

Pollen en grains ellipsoïdes légèrement acuminés aux extrémités du grand axe suivant lequel ils mesurent environ 24 μ , tandis que suivant le petit axe, ils ne mesurent que 13 μ (1).

OVAIRE. — *Paroi ovarienne*. — Cellules épidermiques polygonales et isodiamétriques, vues de face, plus petites sur la face externe que sur la face interne ; quelques stomates volumineux externes dans la région inférieure. Parenchyme homogène légèrement chloro-

(1) Nous indiquerons désormais ces dimensions en les faisant précéder des lettres A et a.

phyllien, formé d'éléments courts, disposés sur trois ou quatre assises.

Dans le fruit, le nombre des assises parenchymateuses n'augmente pas : dans la partie supérieure, les deux assises externes s'épaississent et se lignifient fortement. En regard des nervures et principalement au-dessus des cinq nervures médianes, la sclérification est moindre et les cellules, au lieu d'être isodiamétriques, sont très allongées dans le sens vertical, disposition qui favorise la déhiscence.

Le parenchyme est parcouru par quinze nervures, cinq médianes qui se prolongent tous dans le style, et dix latérales qui s'insèrent à la base des premières, une de chaque côté.

STYLE. — Section circulaire. Épiderme à cellules prismatiques comme dans les tiges. Parenchyme divisé en deux zones par les faisceaux libéro-ligneux, une zone externe composée de deux assises de cellules prismatiques à parois minces, une zone interne plus épaisse formée de cellules plus étroites, plus allongées, à contenu protoplasmique très abondant autour du canal styloïde trifide. A la base du style, les cellules épidermiques internes sont légèrement bombées vers le canal styloïde ; dans la région supérieure, elles se prolongent en papilles en forme de massue qui oblitèrent le canal styloïde ; cinq à huit faisceaux conducteurs collatéraux très réduits terminés en pinceau dans le stigmat.

STIGMATE. — Forme conique à base tournée vers le haut, creusé d'une cavité en entonnoir trifide. Cellules épidermiques toutes prolongées en poils cylindriques deux à quatre fois plus longs que larges ; contenu tannique. — Parenchyme abondant homogène, à cellules très petites et parois très minces constituant le tissu conducteur du stigmat.

PLACENTA. — Le placenta est loin de remplir toute la cavité ovarienne ; il comprend un pédicelle ayant jusqu'à 2 millimètres de longueur et une partie conique surbaissée ne se prolongeant pas dans le canal styloïde. L'épiderme et le parenchyme externe sont légèrement chlorophylliens, le reste du parenchyme est amylofère.

OVULE. — Les ovules sont généralement nombreux et anatropes. Dans un petit nombre de cas, nous avons observé quelques ovules orthotropes ; c'étaient des anomalies.

Leur structure est commune à toutes les Primulacées que nous avons étudiées, sauf quelques variantes cytologiques. Presque tout le volume de l'ovule est occupé par les deux téguments, le nucelle est très réduit.

Le tégument externe comprend deux assises de cellules prismatiques qui renferment un protoplasme périphérique avec chloroplastes très petits qui se multiplieront pendant le développement de la graine.

Le tégument interne comprend trois assises de cellules gorgées de protoplasme à noyau volumineux ; l'assise interne en contact avec le nucelle est formée de cellules très allongées radialement.

Le nucelle a la forme d'un fuseau étroit qui occupe toute la longueur de l'ovule. Il est constitué par une assise périphérique et une file centrale de grosses cellules dont l'une d'elles placée en regard du micropyle deviendra le sac embryonnaire. Cette cellule se distingue de bonne heure par son volume plus considérable, volume qui s'accroît brusquement pendant que toutes les autres cellules du nucelle diffluent et servent à la nourriture de la première. Les noyaux de la cellule-mère du sac embryonnaire se divisent suivant le mode normal, commun à toutes les angiospermes.

GRAINE. — Nous avons suivi pas à pas les modifications que subissent les différentes parties de l'ovule pour donner la graine. Les cellules de l'assise superficielle du tégument externe se remplissent d'un protoplasme granuleux très dense, augmentent considérablement de volume en repoussant vers l'extérieur leurs parois externes de manière à constituer autant de papilles aussi larges qu'elles.

L'assise sous-jacente épaissit les parois latérales et internes de ses cellules qui présentent bientôt une lumière très réduite remplie par un cristal d'oxalate de calcium.

Une vie intense se manifeste également dans le tégument interne. Les cellules renferment un grand nombre de chloroplastes qui ne disparaissent qu'au moment où la graine est complètement formée. Les téguments jouent donc un rôle physiologique essentiel dans la formation de la graine.

A maturité le protoplasme disparaît complètement des téguments. Les cellules superficielles sont prolongées en papilles prismatiques une fois et demie plus hautes que la largeur des cellules. Les membranes sont minces, cutinisées, ornées de stries parallèles interrompues, perpendiculaires à la surface de la graine.

L'albumen est formé d'abord par un parenchyme formé de cellules polyédriques, à parois minces gorgées d'un protoplasme très dense dont l'activité se déploie en épaississant considérablement les membranes et en accumulant dans sa masse de nombreuses gouttelettes d'huile. L'albumen est donc cellulosique, oléifère et albuminifère.

L'embryon comprend : 1° Deux cotylédons, occupant environ le tiers de sa longueur totale ; 2° un axe hypocotyle cylindrique ; et 3° un sommet végétatif de racine, dans le prolongement exact de l'axe hypocotylé.

Tout l'embryon est recouvert d'un épiderme méristématique,

à parois légèrement épaissies à la surface du sommet végétatif de la racine principale.

Le système conducteur des cotylédons se réduit, à ce stade, à deux faisceaux procambiaux situés très près de la face interne. Ces deux faisceaux se prolongent dans l'hypocotyle en un cylindre de méristème vasculaire tout à fait homogène.

Le sommet végétatif a la structure normale classique.

SECTION II. — *Fallaces* Pax.

P. Yesoana Miquel.

L'anatomie générale de toute la plante est semblable à celle de *P. sinensis* ; elle en diffère, au point de vue histologique, par la sclérification presque totale du parenchyme fondamental de la tige et même du pétiole, lorsque la différenciation de ces organes est achevée.

Dans la hampe florale le péricycle épais et lignifié nous a montré, en dehors des faisceaux conducteurs et à sa face interne, des fascicules de tissu criblé résultant de la division tardive de quelques cellules péricycliques. Certaines cellules du parenchyme libérien des tubes criblés même se lignifient dans les hampes âgées.

Les caractères morphologiques des sections I et II sont semblables. Il serait rationnel de les réunir. La section III, comme le montre l'étude du *P. Forbesi* Fr. pourrait se joindre à ce groupe.

SECTION III. — *Monocarpicæ* Franchet.

P. Forbesi Franchet.

Racine latérale. — Structure primaire normale, à cylindre central tétrapolaire. Écorce mince parenchymateuse, à endoderme cloisonné radialement un grand nombre de fois. Faisceaux ligneux et libériens primaires ne comprenant qu'un très petit nombre d'éléments ; productions libéro-ligneuses secondaires très abondantes. Le liber forme une couronne continue épaisse ; le bois secondaire dépasse bientôt les pointements ligneux primaires et forme une masse cylindrique centrale de vaisseaux et de parenchyme.

Les ramifications des racines latérales ont un système conducteur primaire tripolaire et possèdent également des productions secondaires abondantes.

TIGE. — La tige appartient au même type que celle de *P. sinensis*,

type caractérisé par une couronne libéro-ligneuse augmentant d'épaisseur du sommet à la base, interrompue et découpée en lames triangulaires aux insertions des feuilles.

Dans le péricycle du rhizome, toujours très court, le péricycle renferme des cordons libéro-ligneux concentriques : ce sont le bases des racines latérales qui s'insèrent presque verticalement en ces points.

FEUILLE. — *Pétiole.* — Section plan convexe, presque rectangulaire. Épiderme à cellules prismatiques volumineuses, paroi externe bombée et épaissie. Poils *n.*-cellulaires, très longs. Parenchyme prismatique, légèrement chlorophyllien et amylicifère sous l'épiderme : cellules internes à protoplasme périphérique très réduit. — Système conducteur semblable à celui du *P. sinensis*.

Limbe. — Cellules épidermiques isodiamétriques ou allongées plus volumineuses sur la face interne que sur la face externe, à parois radiales ondulées et minces. Stomates entourés par quatre cellules et poils de deux formes : tri-cellulaires courts et *n.*-cellulaires très longs, de 1 à 2 millimètres, beaucoup plus nombreux sur la face externe que sur la face interne.

Mesophylle sans différenciation palissadique, environ trois, quatre assises de cellules très rameuses. — Nervation semblable à celle du *P. sinensis*.

HAMPE FLORALE. — Structure semblable à celle du *P. sinensis*. Cellules épidermiques à parois externes plus épaisses : stomates nombreux. Parenchyme cortical mince très méatique dans la zone externe. Cellules péricycliques lignifiées, à parois peu épaissies. Environ vingt faisceaux libéro-ligneux très inégaux, allongés radialement.

PÉDONCULE FLORAL. — Structure semblable à celle de *P. sinensis*. Péricycle souvent réduit à une assise de cellules lignifiées. — Six, sept faisceaux libéro-ligneux et entre eux quelques faisceaux libériens très réduits à la face interne desquels se différencient des vaisseaux aux dépens de cellules cloisonnées tangentiellement, bois secondaire par conséquent.

CALICE. — Cellules épidermiques ondulées allongées. Stomates très abondants, surtout à la face externe. Poils tri-cellulaires capités. — Parenchyme lacuneux hétérogène, cellules à section très irrégulière, rameuses ou cylindriques, parfois en séries palissadiques, à chloroplastes volumineux. — Système conducteur comprenant cinq nervures médianes terminées en hydathode au sommet, ramifiées dans la partie dialysépale et cinq nervures intercalaires se divisant chacune en deux nervures marginales un peu au-dessous de la

séparation des sépales. La section des nervures est ovale et leur composition est la même que celle des nervures foliaires de même volume ; tout à la base quelques cellules péridermiques sont sclérifiées. Au point de réunion des sépales, le parenchyme est légèrement lignifié (fig. 50).

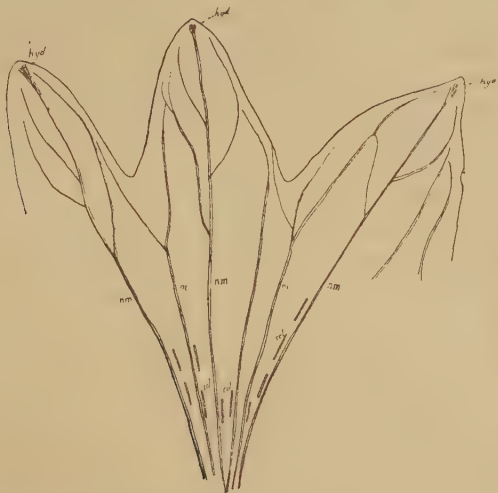


Fig. 50. — Nervation du calice de *Primula Forbesi* : nm, nervures médianes ; ni, nervures marginales ; scl, sclérites ; hyd, hydathodes.

fiées. Au point de réunion des sépales, le parenchyme est légèrement lignifié (fig. 50).

COROLLE. — Cellules épidermiques externes du limbe à replis internes sur les faces radiales.

ÉTAMINE. — Comme *P. sinensis* ; Pollen en tétraèdres (fig. 24)

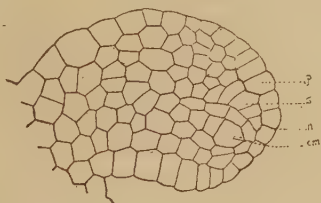


Fig. 51. — Ovule jeune de *Primula Forbesi* en section longitudinale.

à faces courbes, présentant un sillon le long des arêtes et un pore aux sommets.

OVAIRE. — Paroi ovarienne à cellules comme *P. sinensis* : trois, rarement quatre assises de parenchyme homogène, cinq faisceaux non ramifiés.

Style à section légèrement polygonale. Épiderme tannifère, paroi externe très épaisse. Presque contre l'épiderme cinq faisceaux libéro-ligneux très réduits. Parenchyme dont les cellules deviennent plus étroites, plus longues et plus riches en protoplasme à mesure qu'on approche du canal stylaire occupé par un prolongement du placenta sur le tiers de sa hauteur.

OVULE. — Des ovules très jeunes montrent les deux téguments d'abord réduits à une assise de cellules chacun. Par des cloisonnements tangentiels le tégument externe devient bisérié, l'interne, trisérié. Les cellules externes et celles en contact avec le nucelle sont tannifères. Nucelle typique avec une file axile de cellules volumineuses diminuant du micropyle, à la chalaze entourée par une assise de cellules plus petites (fig. 51).

SECTION IV. — **Floribundæ Pax.**

P. verticillata Forsk.

RACINE. — *Racine principale.* — Type binaire comme dans *P. sinensis*, à productions libéro-ligneuses secondaires abondantes. — Parenchyme cortical mince (trois assises) très tôt exfolié, sauf l'endoderme cloisonné radialement.

Racine latérale. — Structure normale, parenchyme cortical sérié radialement, sauf tout à fait dans la zone externe ; quatre faisceaux ligneux primaires, cambium libéro-ligneux continu et épais, bois secondaire peu abondant.

TIGE. — 1. Structure anormale dans la région feuillée. Épiderme avec poils tri-cellulaires capités. — Écorce parenchymateuse formée de cellules régulièrement prismatiques, à parois minces, non amyli-fères, sans présenter encore de gaine endodermique subérifiée autour du cylindre central. — Cylindre central comprenant un péricycle épais *parenchymateux*, une couronne libéro-ligneuse ; traces foliaires très arquées, divisées dans l'écorce en trois faisceaux restant accolés sur un arc presque circulaire ; liber mince, sérié radialement, à éléments criblés disséminés au milieu d'un parenchyme cambiforme ; bois d'épaisseur très inégale, formé de vaisseaux et de parenchyme sériés radialement — moelle parenchymateuse homogène. Les arcs libéro-ligneux montrent parfois une tendance à la division en faisceaux.

2. Région inférieure, dépourvue de feuilles et rhizomatoïde. Écorce complètement exfoliée, sauf l'endoderme dont les parois

subérifiées demeurent minces. En plusieurs points il se produit dans le péricycle très élargi des arcs libéro-ligneux surnuméraires.

Les mailles de ce réseau radicifère sont très larges, les arcs libéro-ligneux parcourent des distances verticales bien plus longues que dans le *P. officinalis* où les éléments libéro-ligneux de ce système sont fréquemment coupés dans le sens longitudinal sur une coupe transversale de la tige.

P. floribunda Wallich.

TIGE. — Même structure que la tige de *P. verticillata*. Parenchyme cortical amylofère *persistant*, endoderme à cellules volumineuses, membrane primitive subérifiée, épaisse à sa face interne, *réseau radicifère* très peu développé. Bois très compact, sauf dans les traces foliaires vers leur insertion, où les vaisseaux sont disséminés au milieu d'un parenchyme cambiforme.

FEUILLE. — 1. *Pétiole*. — A la base, section plan convexe avec bords relevés. Épiderme à parois minces, cuticule finement striée. Poils tri-cellulaires et *n*-cellulaires terminés par une cellule sphérique. Parenchyme formé de cellules prismatiques inégales avec méats triangulaires et quadrangulaires. Cellules tannifères très nombreuses.

Système conducteur en arc continu, comprenant plusieurs assises de fibres primitives externes dont quelques-unes sont lignifiées, une bande de tissu criblé, entrecoupée de grandes cellules parenchymateuses tannifères; une bande de tissu vasculaire composé de files radiales de vaisseaux et de parenchyme conducteur, enfin une bande de fibres primitives-internes remplissant la concavité de l'arc.

2. *Limbe*. — Entre les nervures, structure bifaciale à *peine indiquée*. Épidermes à cellules ondulées, parois minces. Stomates et poils sur les deux faces, mais beaucoup plus nombreux sur la face externe.

Mésophylle ne comprenant que trois assises de cellules; assise sous-épidermique interne formée de cellules à peine plus longues que larges, laissant fréquemment entre elles des méats qui correspondent aux stomates, le reste formé de cellules à section arrondie ou elliptique avec méats plus volumineux.

Dans la région des nervures fort saillantes, deux assises de cellules prismatiques séparent le faisceau conducteur de l'épiderme interne; sous l'épiderme externe, le parenchyme est semblable à celui du pétiole. Toutes les cellules du mésophylle sont riches en grains

d'amidon. Nervation pennée, nervure médiane et nervures de deuxième ordre terminées en hydathode.

La nervure médiane à la base présente la même structure que le système conducteur du pétiole. A mesure que les sections approchent du sommet, la section devient ovulaire, les fibres péridermiques diminuent ainsi que les cellules parenchymateuses du bois et du liber.

HAMPE FLORALE. — Structure anormale. — Stomates et poils *n*-cellulaires, très longs et très nombreux.

Parenchyme cortical amylicifère et tannifère.

Péricycle fibreux, quatre assises, liber et bois en *couronne continue* par suite du grand nombre de faisceaux libéro-ligneux.

SECTION V. — **Petiolares Pax.**

P. petiolaris Hook.

RACINE LATÉRALE. — Structure normale. Cylindre central tétrapolaire, productions libéro-ligneuses secondaires peu abondantes. Moelle réduite à quelques cellules. Écorce riche en amidon.

TIGE. — “*Type gamostèle*”, cordons libéro-ligneux à course très oblique, de telle sorte que sur une coupe les éléments ligneux et libériens sont vus dans le sens longitudinal. Vaisseaux en grande partie annelés ; traces foliaires insérées par des vaisseaux courts très nombreux. Parenchyme fondamental bourré d'amidon.

FEUILLE. — Limbe graduellement atténué en pétiole. Section en V. Cellules épidermiques et parenchyme prismatiques à la base.

Limbe. — Cellules épidermiques très ondulées. Stomates nombreux et poils peu abondants, 3-4 cellulaires terminés par une cellule sphérique, cellules marginales prolongées, papilles coniques courtes. Mésophylle bifacial avec une assise de cellules palissadiques deux fois plus longues que larges. Nervure médiane : sections en secteur plus grand que le demi-cercle, arc de fibres primitives cellulodiques et de tissu criblé, bois composé d'un grand nombre de vaisseaux, de quelques cellules parenchymateuses et bande de fibres primitives internes.

Système floral comme *P. sinensis*.

Calice : poils épidermiques tri-cellulaires capités. — Nervure médiane et deux ramifications qui se terminent dans deux petites dents de chaque côté du sommet : deux nervures marginales se terminant en anastomoses avec les deux précédentes.

SECTION VI. — *Bullatæ* Pax.*P. bullata* Fr.

La rhizome du *P. bullata* Franchet a une structure remarquable au point de vue de l'appareil vasculaire.

L'épiderme et l'écorce s'exfolient. Une assise subéro-phellodermique, d'origine péricyclique, forme un liège épais, fragmenté radialement et un phelloderme dont les cellules, à parois épaissies, sont disposées en séries radiales et concentriques.

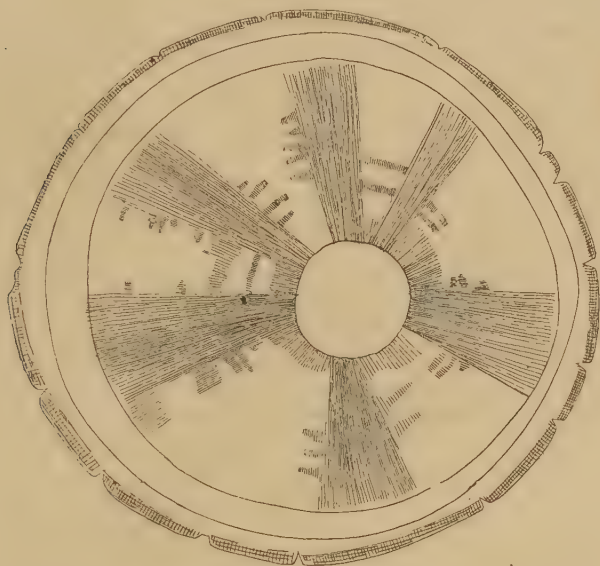


Fig. 52. — Schéma de la tige de *Primula bullata* Fr. : *li*, liège péricyclique ; *tc*, tissu criblé ; *v.scl.*, vaisseaux et sclérenchyme vasculaire ; *pv.*, parenchyme vasculaire.

L'appareil libérien forme un anneau mince dans lequel l'élément parenchymateux est prédominant.

L'appareil vasculaire occupe presque toute la masse de l'organe. Sur un rhizome présentant un rayon de 3 millimètres environ, l'anneau vasculaire présente une épaisseur de 2 millimètres.

Les éléments qui le constituent sont des vaisseaux et du paren-

chyme vasculaire lignifié ou cellulosique combinés d'une manière singulière (fig. 52).

Autour de la moelle parenchymateuse homogène, vient d'abord un anneau complètement lignifié, avec pointements primitifs en petit nombre; le parenchyme lignifié y est très abondant et sérié radialement. De cet anneau, six bandes rayonnantes, également lignifiées, divergent jusqu'à l'assise génératrice libéro-ligneuse; les vaisseaux allant en augmentant de nombre vers la périphérie. Enfin l'espace compris entre ces bandes lignifiées est occupé par un parenchyme en majeure partie cellulosique, déchiré régulièrement (1) de manière à donner des lames tangentielles parallèles, quelquefois envahies par la lignification.

FEUILLE. — Forme obovale, graduellement atténuée à la base.

Structure du limbe nettement bifaciale.

Épiderme interne, cellules isodiamétriques vues de face, à contours

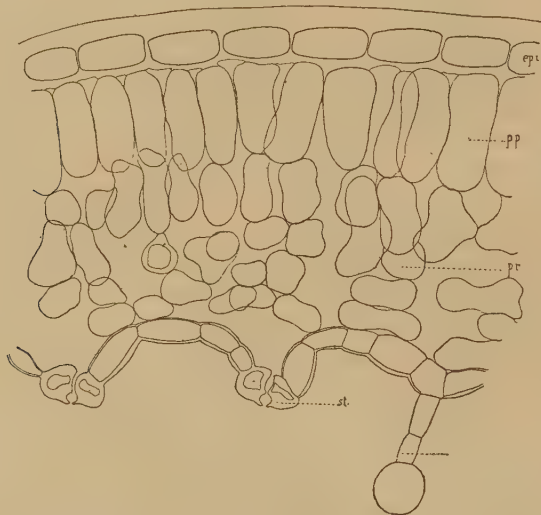


Fig. 53. — Coupe transversale du limbe de la feuille de *Primula bullata* Franchet : *epi*, épiderme interne; *pp*, parenchyme palissadique; *pr*, parenchyme rameux (gr. = 300).

légèrement ondulés et paroi externe très épaisse; pas de stomates et poils 3, rarement 4-cellulaires capités. A la face externe, au-dessus des nombreuses nervures, cellules prismatiques rectilignes et poils; dans les mailles un peu enfoncées, cellules ondulées très petites,

(1) Dans les matériaux d'herbier et vraisemblablement dans les tiges âgées.

entremêlées de très nombreux stomates proéminents et de nombreux poils. Toutes les cellules sont recouvertes d'un enduit jaune formé par une substance pulvérulente en bâtonnets.

Le mésophylle est constitué entre les nervures par deux assises de cellules palissadiques, la plus profonde formée en certains points de cellules légèrement rameuses, et par trois assises environ de cellules très rameuses; lacunes sous-stomatiques très accusées (fig. 54).

Dans la région des nervures, toutes très saillantes, la différenciation ci-dessus cesse, le parenchyme est très abondant à la face externe.

Le système conducteur comprend dans son ensemble : 1° une nervure médiane qui forme une bande libéro-ligneuse très étalée dans la région pétioilaire, et qui prend une section flabelliforme dans le limbe (fig. 54 et 55); 2° des nervures de second ordre, parallèles, à section flabelliforme à la base, ovale au sommet; 3° un réseau très serré, à mailles quadrilatères.

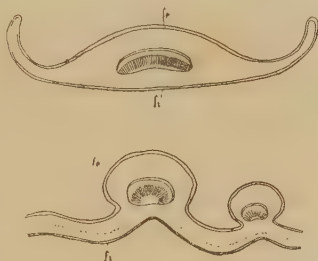


Fig. 54 et 55. — Coupe transversale schématique du pétiole et du limbe dans la région de la nervure médiane de la feuille de *Primula bullata*; *fi*, face interne.

Dans les nervures saillantes, les éléments constitutifs sont des fibres primitives externes et internes collenchymatoïdes, sur plusieurs assises, une large bande de tissu criblé du type normal, un arc épais de tissu vasculaire à vaisseaux en files radiales serrées et longues, entremêlées de rares files de parenchyme vasculaire.

SECTION VII. — Vernales Pax.

RACINE. — *Racine principale.* Structure binaire normale à productions libéro-ligneuses peu développées.

Racine adventive. — Structure normale. Parenchyme cortical et collenchymatoïde dans la zone externe; péricycle pouvant présenter une à cinq assises de cellules; cinq, six lames ligneuses et libériennes primaire, moelle large. Bois et liber secondaires développés à la face interne du liber primaire et surtout dans les rayons, masquant ainsi la structure primaire.

TIGE ADULTE. — Structure anormale, Écorce bourrée d'amidon; parois épaissies ponctuées dans la zone interne; endoderme sub-

rifié. Système conducteur composé d'une couronne libéro-ligneuse normale, interrompue aux points d'insertion des feuilles et d'un *réseau libéro-ligneux radicifère développé aux dépens de l'assise pérycclique primitive*; vaisseaux du bois très inégalement répartis entremêlés d'un parenchyme abondant. Moelle : parenchyme épaissi et ponctué, parsemé de *paquets de sclérenchyme dans les régions âgées*.

FEUILLE. — *Pétiole*. — A la base, section demi-circulaire, concave à la face interne; au milieu, section triangulaire ailée.

Épiderme portant de très nombreux poils des deux formes tri-cellulaires courts et *n*-cellulaires très longs, toutes deux capitées.

Parenchyme à cellules bourrées d'amidon au moment de la fructification, sauf dans les cellules tannifères très nombreuses et régulièrement réparties. Endoderme légèrement lignifié, lame moyenne subérifiée.

Trace foliaire, unifasciculée à son insertion, ramifiée avant la séparation de la feuille. Sa section est réniforme, celle de ses deux rameaux latéraux est concentrique. Faisceau médian : fibres péri-desmiques externes embrassant toute la courbure externe, sur quatre assises environ toutes lignifiées. Tissu criblé en lame arquée mince à cellules parenchymateuses tannifères. Bois beaucoup plus épais que le tissu criblé, vaisseaux et parenchyme cellulosique tannifère; dans la concavité interne, fibres péri-desmiques lignifiées.

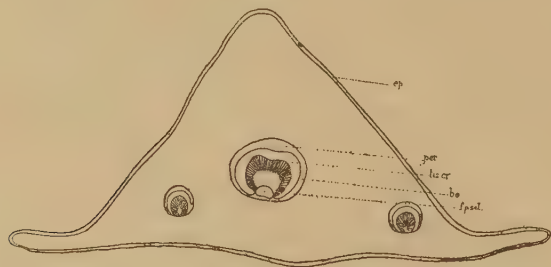


Fig. 56. — *Primula acaulis*. Coupe transversale schématique du pétiole : *ep*, épiderme; *per*, péri-desme; *tiscr*, tissu criblé; *bo*, bois; *fp.scl*, fibres péri-desmiques internes sclérifiées.

(fig. 56). Les premières ramifications de la trace foliaire sont concentriques à la base, le liber se retire graduellement vers la face externe en s'approchant du limbe; quelques fibres externes lignifiées.

Limbe. — Épiderme à cellules ondulées avec épaississements asymétriques aux points de courbure. Stomates et poils des deux

formes sur les deux faces, la forme *n*-cellulaire est très longue et forme presque un feutrage à la face externe.

Mésophylle bifacial; tissu palissadique lâche, lacuneux sous les stomates, une assise, quelquefois deux assises de cellules irrégulièrement cylindriques. Parenchyme lacuneux à cellules très rameuses disposées sur quatre ou cinq assises. Nervation pennée, réticulée. Nervure médiane saillant en crête. Faisceau conducteur à section encore réniforme, au milieu, à fibres péridermiques externes collenchymatoïdes, quelques fibres internes lignifiées.

HAMPE FLORALE. — Structure normale. — Stomates et poils de deux formes, tri-cellulaires capités et *n*-cellulaires unisériés, à pointe aiguë. Parenchyme cortical tannifère dans la zone interne. Pérycyle scléreux épais; six à dix faisceaux libéro-ligneux à *liber* complètement enfoncé dans l'anneau scléreux.

La lecture de la figure 19 montre le passage du système conducteur de la hampe à celui des pédoncules floraux et des bractées.

PÉDONCULE FLORAL. — Même anatomie générale que la hampe. Poils épidermiques plus nombreux. Écorce lacuneuse. Cinq faisceaux libéro-ligneux.

BRACTÉE. — Cellules épidermiques allongées à parois rectilignes ou légèrement curvilignes, faiblement sinuées vers le sommet. Stomates assez abondants sur la face interne, en nombre très limité sur la face externe. Poils *n*-cellulaires longs très nombreux sur la face externe, en petit nombre sur la face interne. Parenchyme rameux de la base au sommet formé de cellules allongées dans le sens de la nervure médiane sur deux assises vers les bords, trois vers le milieu, plus abondant à la face externe de la nervure.

Parcours des faisceaux dans le réceptacle floral. — Les cinq faisceaux du pédoncule se divisent en trois rameaux, le médian se prolonge directement dans la nervure médiane des sépales, les deux latéraux se réunissent à droite et à gauche avec leurs voisins pour former les faisceaux pétalaires. Dès que ces dix faisceaux sont constitués, les placentaires viennent s'unir à eux sur leurs faces latérales, puis les faisceaux intercalaires de la corolle s'unissent aux sépalaires et les faisceaux marginaux du calice sur les pétalaires. La paroi ovarienne renferme à sa base dix faisceaux libéro-ligneux, les cinq médianes rejoignent les pétalaires, les cinq marginaux les placentaires (fig. 20).

CALICE. — Cellules épidermiques ondulées allongées; stomates et poils comme dans le limbe de la feuille.

Parenchyme rameux de la base au sommet.

Système conducteur constitué par cinq faisceaux médians abon-

damment ramifiés dès la base. Il n'y a pas les cinq nervures intercalaires que j'ai décrites dans la corolle de *P. sinensis*.

COROLLE. — Poils tri-cellulaires courts nombreux dans la région de la gorge.

Parenchyme formé de cellules cylindriques, très longues, plus ou moins tortueuses et unies bout à bout.

Système conducteur comme *P. sinensis*.

ÉTAMINE comme *P. sinensis*.

PISTIL. — Paroi ovarienne comme *P. sinensis*. Style. — Quelques rares poils n-cellulaires capités. Zone parenchymateuse externe plus épaisse que dans *P. sinensis*; six faisceaux libéro-ligneux. Canal stylaire trifide très étroit, avec quelques cellules papilleuses.

Stigmate sphérique, à papilles très longues. Parenchyme conducteur formé de cellules à section polygonale régulière et à parois minces. Les bords de l'ouverture du canal stylaire se touchent.

PLACENTA. — Parenchyme bourré d'amidon. A la maturité des graines, il est parsemé de cellules lignifiées, spiralées. — Faisceaux conducteurs concentriques au nombre de dix vers leur insertion, fusionnés de manière à n'en donner que six, sept. Ces faisceaux

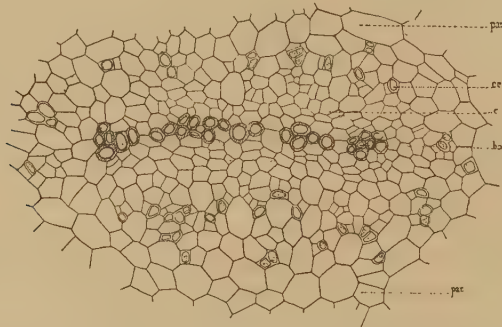


Fig. 57. — *Primula acaulis*. Coupe transversale d'un faisceau placentaire, faite dans le sommet du placenta : *par*, parenchyme; *cr*, tissu criblé; *c*, cambium; *bo*, bois (gr. = 450).

sont fréquemment étirés dans le sens tangentiel, le bois forme alors une bande étroite (fig. 57).

OVULE. — Ovules très nombreux de forme sphérique à structure typique normale, sauf pour le tégument interne qui au lieu de trois assises de cellules en comporte six environ, par suite du cloisonnement de l'assise moyenne. C'est à ce cloisonnement qu'est due la forme un peu anormale des ovules.

GRAINE. — Comme *P. sinensis*.

P. acaulis Jacq.

Structure semblable à celle de *P. officinalis*.

Le système vasculaire de la tige présente une tendance marquée à se diviser en faisceaux libéro-ligneux tous équivalents au point de vue de la forme et des dimensions.

Le parenchyme cortical forme un liège dans sa zone externe.

FEUILLE. — A la base de la feuille, la nervure médiane présente une structure concentrique, le liber enveloppe complètement le bois, limitant un peu de parenchyme au centre. L'anneau conducteur est néanmoins plus épais du côté externe; il s'ouvre, devient flabelliforme, puis ovalaire au sommet du limbe.

Les nervures de second ordre déterminent, comme la nervure médiane, des saillies très fortes à la face externe, saillies où les poils sont très nombreux et très longs.

P. elatior Jacq.

Structure semblable à celle de *P. officinalis*.

SECTION VIII. — *Soldanelloides* Pax.*Pr. pinnatifida* Franchet.

RACINE ADVENTIVE. — Écorce épaisse ($\frac{3}{4}$ R) amylifère; quatre faisceaux ligneux primaires peu développés. Productions libéro-ligneuses peu abondantes à la face interne du liber primaire; moelle parenchymateuse.

FEUILLE. — Trace foliaire unifasciculée à son insertion, émettant deux rameaux dès la base; section circulaire, liber et bois en parties égales et collatérales.

LIMBE. — Cellules épidermiques à contours rectilignes ou à peine ondulées (30-40 μ). Stomates sur les deux faces, abondants surtout sur la face externe. Poils de deux formes, tri-cellulaires capités courts *n*-cellulaires capités très longs. Mésophylle bifacial: une assise de cellules palissadiques, trois, quatre de cellules rameuses. Nervation pennée, hydathodes à toutes les dents de la feuille. Toutes les nervures importantes sont entourées par un endoderme.

SECTION IX. — *Auriculatæ* Pax.*P. auriculata* Lamark.

FEUILLE. — *Pétiole*. — Trace foliaire plurifasciculée comprenant un faisceau médian et une série de faisceaux latéraux diminuant graduellement de volume. Faisceau médian à section demi-circulaire; fibres primitives internes très abondantes formant un massif demi-circulaire à la face interne de la lame ligneuse; gaine endodermique autour de tous les faisceaux. — *Limbe* : structure bifaciale. Cellules épidermiques à contours ondulés ou en lignes brisées avec épaississements aux points de courbure. Poils tri-cellulaires capités, sur les deux faces. Stomates sur la face inférieure seulement, très nombreux, une assise de cellules palissadiques.

Nervation pennée réticulée. Dans chaque dent de la feuille, la nervure correspondante se termine en hydathode.

HAMPE FLORALE, PÉDONCULE FLORAL comme *Primula sinensis*.

CALICE. — Épiderme externe : cellules à paroi externe bombée en papille conique courte. Stomates très nombreux. Poils tri-cellulaires sur les deux faces.

COROLLE. — Poils tri-cellulaires clairsemés à la face interne du limbe.

PAROI OVARIENNE. — Parenchyme comprenant deux assises de cellules lignifiées au sommet, l'externe beaucoup plus que l'interne. Tout le reste comme *P. sinensis*.

SECTION X. — *Capitatæ* Pax.*P. denticulata* Smith.

Racines principale et adventives identiques à celles du *P. officinalis*.

TIGE. — La structure de la tige est en relation étroite avec celle du pétiole. Elle varie considérablement suivant la distance du point considéré au sommet de la tige où le système libéro-ligneux est constitué par des arcs libéro-ligneux à bords recourbés identiques à ceux du pétiole dont ils ne sont que la continuation. Plus bas, ces arcs se fusionnent plus ou moins donnant ainsi des bandes libéro-ligneuses ou une couronne libéro-ligneuse anormales puisqu'elles présentent à la face interne du bois normal, du bois et du liber inversement orientés. Un arc libéro-ligneux pétioleaire, peut, dans cer-

tains cas, se continuer partiellement dans la tige par un cordon concentrique (fig. 58).

Cette structure n'est donc qu'une complication du type « *Monostélisque* » de M. Van Tieghem et non une tige « *gamostèle* » proprement dite.

P. capitata Hook.

La racine et la tige ont la même structure que dans l'espèce précédente.

FEUILLE. — A son insertion sur le système conducteur de la tige, la trace foliaire est concentrique et bilatérale ; avant la séparation de la feuille, elle émet deux rameaux latéraux éga-

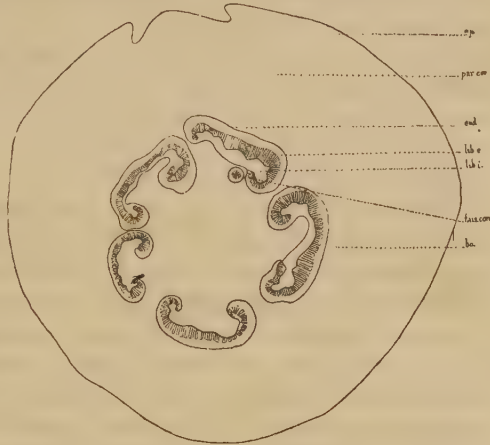


Fig. 58. — *Primula denticulata*. Coupe transversale schématique du sommet de la tige : *lib. e*, liber externe ; *lib. i*, liber interne ; *faisc. conc*, faisceau concentrique.

lement concentriques et bilatéraux. Dans la région pétiolaire, ces rameaux deviennent collatéraux ainsi que la nervure médian.

LIMBE. — Épiderme à cellules ondulées, celles de l'épiderme interne beaucoup plus volumineuses et à parois moins ondulées que celles de la face externe. Stomates sur la face externe seulement, très nombreux et légèrement proéminents. Poils tri-cellulaires capités sur les deux faces. — Mésophylle bifacial ; tissu palissadique d'épaisseur variable, une, deux, trois assises de cellules irrégulièrement cylindriques ; tissu lacuneux très épais à cellules fort petites.

SECTION XI. — *Farinosæ* Pax.

P. farinosa L.

Racine adventive. — Parenchyme cortical collenchymatoïde dans la région externe, quelquefois même dans la zone interne toujours épaisse ; trois à cinq lames ligneuses primaires, vaisseaux secondaires abondants et formation tardive de vaisseaux aux dépens des cellules de la moelle.

TIGE. — Structure anormale, du type *polystélisque* de MM. Van

Tieghem et Douliot, variant notablement de la base au sommet. A la base, le système conducteur est formé par un réseau de faisceaux concentriques à section circulaire ou convexe-concave lorsqu'ils sont isolés, fusionnés en arcs concentriques ou collatéraux disposés sur un cercle ; vers le sommet, le liber disparaît peu à peu de la face interne de ces arcs jusqu'à donner des bandes collatérales sur un cercle ou toutes groupées d'un côté à l'insertion des faisceaux de la hampe florale. Au-dessus de cette insertion, il n'y a plus de liber et de bois internes, l'appareil conducteur y est du même type que dans les tiges de *Primula* à structure normale.

FEUILLE. — Structure bifaciale. Épiderme externe à cellules ondulées très petites, stomates abondants et poils d'une forme, tri-cellulaires courts. Épiderme interne : cellules à contours rectilignes ou à peine ondulés, stomates et poils peu nombreux. — Mésophylle : une assise de cellules palissadiques et parenchyme rameux très lacuneux sous l'épiderme externe, cellules tannifères nombreuses. A la base de la feuille, parenchyme prismatique ou cylindrique lacuneux parsemé de sclérites. — Nervation pennée à nervure médiane et nervures de second ordre terminées en hydathodes dans les dents de la feuille (fig. 14). Nervure médiane à section réniforme à la base ; liber enveloppant presque complètement le bois disposé en éventail ; gaine subérifiée plus ou moins complète.

HAMPE FLORALE (9 à 12 faisceaux libéro-ligneux) et pédoncule floral (5 faisceaux) à structure typique normale.

Pr. longiflora All.

La seule différence que présente cette espèce avec le *P. farinosa* L. réside dans le nombre et la disposition des stomates, absents à la face interne de la feuille et au contraire extrêmement nombreux à la face externe.

Pr. sibirica Hook.

Anatomie identique à celle du *P. longiflora*.

SECTION XII. — **Minutissimæ** Pax.

Nous n'avons pu étudier de type de cette section.

SECTION XIII. — **Tenellæ** Pax.

P. bella Franchet.

RACINE ADVENTIVE. — Cylindre central très étroit ; trois, quatre lames ligneuses primaires complètement entourées par de larges vais-

seaux secondaires ; trois, quatre cordons libériens distincts. Assise pilifère subérifiée, assise subéreuse à cellules épaissies sur les faces latérales et internes, parenchyme cortical collenchymateux dans la zone externe, riche en cellules tannifères, endoderme à parois épaisses.

TIGE. — Structure anormale avec développement considérable de sclérenchyme. Système libéro-ligneux formé par une série de lames libéro-ligneuses arquées, disposées en cercle, entourées chacune par un endoderme subérifié. Le liber très épais sur leur face externe entoure partiellement le bois formé de files radiales de vaisseaux entremêlés de parenchyme ; à leur face interne, lame tangentielle de fibres lignifiées.

La sclérification du parenchyme fondamental est poussée très loin et varie avec le niveau. Au centre de la tige, entre les lames conductrices sur leur face externe et autour des faisceaux foliaires, sclérenchyme en amas volumineux.

FEUILLE de petite dimension et de forme caractéristique : région d'insertion large, se rétrécissant en un pétiole aplati, court, terminé par un limbe divisé en cinq lobes triangulaires profonds ; la nervure médiane envoie une nervure dans chacun de ces lobes.

Structure bifaciale dans le limbe. Épiderme interne sans stomates avec de rares poils et des cellules à parois radiales moniliformes de face, rectilignes ou légèrement curvilignes ; cuticule fortement striée. Épiderme externe à stomates tellement abondants qu'ils se touchent presque. Poils nombreux ; cellules épidermiques beaucoup plus petites que sur la face opposée. — Trois assises de cellules palissadiques larges occupant les deux tiers de l'épaisseur totale, trois assises de cellules rameuses.

A la base, parenchyme homogène *parsemé de sclérites* isolés ; cellules tannifères nombreuses.

PÉDONCULE FLORAL. — Cinq faisceaux larges et rapprochés, s'étalant en arc sous la fleur.

CALICE. — Cellules épidermiques à parois droites, celles de l'épiderme interne épaissies et lignifiées à la base. Cuticule à stries longitudinales parallèles. Stomates et poils 3 et 4-cellulaires.

Mésophylle homogène, lacuneux.

Le reste de la fleur a la même structure que dans *P. sinensis*.

COROLLE. — Épidermes tannifères. Autour des faisceaux, gaine de parenchyme tannifère. La face interne porte des *poils unisériés pluricellulaires*, très allongés formés de cellules en tonneau. C'est la première fois que nous observons cette forme de poils chez les *Primévères*, forme semblable à celle que nous verrons chez les *Anagallis*.

OVAIRE. — Parenchyme prismatique plus abondant dans la région des cinq nervures médianes, très réduites.

PLACENTA. — Riche en malophosphate de calcium (1); trois, quatre faisceaux concentriques serrés sur un cercle, au centre du parenchyme.

SECTION XIV. — *Nivales Pax.*

Primula sikkimentis Hooker.

RACINE. — *Racine latérale* (Diam. 2 millimètres). Structure normale avec productions secondaires très réduites. Assise pilifère devenant épidermoïde en épaississant ses parois externes. Assise subéreuse à cellules très allongées radialement. Parenchyme cortical occupant les $\frac{5}{6}$ du rayon total, collenchymatoïde dans les assises périphériques. Cylindre central comprenant neuf lames ligneuses primaires, cambium donnant surtout du tissu criblé secondaire à la face interne des cordons primaires. Moelle formée de cellules prismatiques sans méats.

TIGE. — Structure semblable à celle de *P. sinensis*. La zone interne de l'écorce dans les tiges âgées est le siège d'un cloisonnement tangentiel très intense, alors que la région externe de l'écorce n'est pas exfoliée. Les assises périphériques du tissu secondaire ainsi formé se transforment en liège.

Moelle parenchymateuse à la périphérie, devenant subérifiée plus vers le centre et de nouveau parenchymateuse au centre.

FEUILLE. — 1. *Cotylédon*. — Pétiole (longueur: 8 millimètres environ). Section demi-circulaire. Même structure que *P. sinensis*.

LIMBE. — Épiderme à cellules ondulées. Poils tri-cellulaires capités, courts sur les deux faces; stomates sur la face inférieure. Parenchyme faiblement bifacial; assise palissadique unique, à cellules lâchement unies; tissu lacuneux formé de quatre assises de cellules rameuses très aplaties parallèlement à la surface. Nervure médiane terminée en hydathode, et une ou deux nervures secondaires de chaque côté.

Feuille. — La trace foliaire simple à son insertion sur le cylindre central de la tige, se divise dans l'écorce en un faisceau médian concentrique et bilatéral et deux faisceaux latéraux concentriques.

Limbe. — Cellules épidermiques ondulées plus volumineuses à la face interne ($L = 60 \mu$, $l = 45 \mu$) qu'à la face externe ($L = 30 \mu$, $l = 20 \mu$) où les stomates sont extrêmement abondants (environ

(1) Dans les matériaux ayant séjourné longtemps dans l'alcool.

400 par millimètre carré) et proéminents. Poils très nombreux sur la face externe, rares sur la face interne de même que les stomates. Parenchyme bifacial : deux assises de cellules palissadiques peu allongées et quatre, cinq assises de parenchyme rameux. Nervation pennée réticulée, nervure médiane et nervures secondaires terminées en hydathodes, nervure médiane à section en segment plus grand que le demi-cercle.

Gaine endodermique enveloppant les nervures les plus volumineuses.

SECTION XV. — *Barbatæ* Pax.

P. vinciflora Franchet.

RACINE. — *Racine latérale.* — Assise pilifère persistante subérifiée, assise subéreuse munie d'un épaissement cellulosique considérable sur la face tangentielle interne de ses cellules. Parenchyme cortical épais (5/6 du rayon total), à parois cellulaires très épaissies, endoderme normal. — Cylindre central présentant huit lames ligneuses primaires s'avancant près du centre où se différencient tardivement des vaisseaux primaires de seconde formation ; faisceaux criblés composés en grande partie de liber secondaire. Les ramifications, très minces, sont construites sur le type binaire.

TIGE. — Type « monostélisque » normal sans réseau radicifère. Stomates clairsemés. Poils tri-cellulaires courts à cellule terminale sphérique volumineuse. — Parenchyme cortical collenchymatoïde sous l'épiderme, à protoplasme périphérique, sans amidon.

Système conducteur en couronne continue, à péricycle mince, liber du même type que *P. officinalis* ; bois formé de files radiales de vaisseaux en couronne continue.

FEUILLE. — Les feuilles sont de deux formes, les plus âgées sont squameuses et recouvrent la partie inférieure de la tige de la même manière que les écailles d'un bulbe de Lis, les autres sont du type normal à limbe atténué vers la base.

Squames. — Cellules épidermiques polygonales régulières vues de face à parois radiales uniformément épaissies. Stries cuticulaires légèrement ondulées et parallèles, de directions différentes d'une cellule à l'autre, stries transverses au-dessus des cloisons. Pas de stomates. Poils tri-cellulaires courts à cellule terminale sphérique volumineuse, extrêmement nombreux sur la face externe, clairsemés sur la face interne. — Parenchyme homogène collenchymatoïde aux angles ; cellules prismatiques volumineuses remplies d'amidon.

Système conducteur constitué à la base par une lame libéro-li-

gneuse légèrement arquée, enveloppée par un endoderme. Elle se ramifie un petit nombre de fois en faisceaux à section ovale également entourés par une gaine subérifiée.

Feuille normale. — Dans la partie large du limbe, cellules polygonales vues de face, moitié moins larges que dans les squames. — Stomates très nombreux à la face externe. Deux formes de poils, celle déjà citée et des poils *n.-cellulaires* très longs terminés par une petite cellule sphérique, tous dirigés vers le haut du limbe à la face externe. — Parenchyme bifacial : deux assises de cellules palissadiques n'occupant qu'une faible épaisseur, le reste étant occupé par un parenchyme très rameux.

Dans la région pétiolaire le parenchyme est formé de cellules régulièrement prismatiques.

Comme dans les feuilles squameuses le système conducteur de la feuille s'unit à celui de la tige par une bande libéro-ligneuse faiblement arquée qui se ramifie dès la base suivant le mode penné ; les nervures ne se terminent pas en hydathodes.

SECTION XVI. — *Macrocarpæ* Pax.

Primula Fauriæ Franchet.

RACINE LATÉRALE. — Système conducteur tétrapolaire ; productions secondaires très réduites. Écorce très épaisse, riche en amidon, assise pilifère persistante et subérifiée.

TIGE. — Structure anormale : « type polystélisque de MM. Van Tieghem et Douliot. Faisceaux conducteurs à section circulaire ou réniforme, disposés sur un cercle, avec anastomoses nombreuses.

Épiderme avec quelques stomates et poils tri-cellulaires courts. Parenchyme fondamental parsemé de sclérites isolés dans l'écorce, groupés en paquets dans la moelle. Gaine endodermique subérifiée autour de chaque faisceau conducteur. A la périphérie des faisceaux concentriques circulaires : deux assises de fibres primitives ; à la face interne des faisceaux à section réniformes : bois centripète peu développé et fibres primitives abondantes.

FEUILLE. — *Pétiole* embrassant la tige sur un tiers de sa circonférence ; à la base section en croissant, au milieu section plan convexe à bords révolutés. Cellules épidermiques externes beaucoup plus volumineuses que les internes ; poils tri-cellulaires très abondants ; stomates très nombreux à la face externe seulement. Système conducteur comme *P. denticulata*.

Limbe. — Épiderme bifacial, cellules du côté interne, très volumi-

neuses, à contours légèrement curvilignes et sinueux, parois épaissies aux courbures, cuticule à stries parallèles, très fines; cellules de la face externe, plus petites, à contours curvilignes très sinueux; stomates et poils tri-cellulaires très nombreux. Mésophylle à différenciation palissadique faible ou nulle; entre les nervures environ quatre assises de cellules diminuant de diamètre et devenant plus rameuses en allant de la face supérieure vers la face inférieure.

SECTION XVII. — *Callianthæ* Pax.

P. calliantha Franchet.

RACINE. — *Racine latérale*. — Endoderme à épaississement cellulosique interne. Cylindre central étroit, six lames ligneuses primaires réduites, vaisseaux secondaires peu abondants accolés aux lames ligneuses primaires.

TIGE. — Tige rhizomateuse à portion aérienne très courte complètement cachée par les feuilles. La structure (type anormal) varie considérablement avec le niveau; vers le sommet: arcs conducteurs collatéraux distincts, à courbure plus ou moins accentuée, disposés sur un cercle. Ces arcs deviennent graduellement concentriques à commencer par les bords, puis ils se soudent en une couronne à bois et liber doubles, le système libéro-ligneux interne étant toujours moins développé que l'externe.

FEUILLE. — Limbe à bord denté s'atténuant en un pétiole aplati inséré sur la tige par une base large.

Cellules épidermiques à parois radiales ondulées épaissies, cuticule à stries continues parallèles et rectilignes. Stomates volumineux très abondants sur les deux faces. Poils 3,4-cellulaires à cellule terminale sphérique. — Mésophylle bifacial dans le limbe entre les nervures saillantes; une assise de cellules palissadiques et trois, quatre assises de cellules rameuses.

Dans le pétiole et à la face externe des nervures saillantes cellules prismatiques régulières.

Le système conducteur foliaire se réunit à celui de la tige par un arc de faisceaux collatéraux comprenant une nervure médiane et deux, trois nervures latérales. Dans le limbe la nervation est pennée réticulée du type du *P. officinalis*; dans chaque denticule une nervure se termine en hydathode. Faisceau médian et faisceaux latéraux à section elliptique dans le pétiole; fibres péridermiques externes sclérifiées; bois uniquement formé de vaisseaux; dans le limbe, bois formé de parenchyme et de vaisseaux.

SECTION XVIII. — *Cordifoliæ* Pax.*Primula rotundifolia* Franchet.

TIGE. — Structure normale. Parenchyme cortical à cellules volumineuses *entremêlées de sclérites*, endoderme subérifié cloisonné radialement.

Système conducteur en couronne continue ; péricycle plurisériel collenchymatoïde : tissu criblé collenchymatoïde épais renfermant quelques sclérites, bois mince, formé de vaisseaux, de parenchyme cellulosique et de sclérites. Parenchyme médullaire semblable à celui de l'écorce.

FEUILLE. — *Pétiole.* — Plan convexe à la base, prolongé latéralement en ailes ; vers le milieu, section circulaire aplatie du côté interne. Épiderme : cellules à section elliptique, paroi tangentielle interne épaissie, cellules parenchymateuses sous-jacentes collenchymatoïdes. Poils de deux formes, tri-cellulaires courts à cellule terminale sphérique et poils *n*-cellulaires très longs, acuminés à cuticule ponctuée de petites stries longitudinales. — Parenchyme épais, à cellules tannifères très nombreuses.

Le système conducteur varie de forme avec le niveau. A la base c'est une lame arquée dont les bords se touchent, presque complètement enveloppée par un anneau de sclérenchyme péricyclique qui s'enfonce vers le parenchyme conducteur central, plus haut l'anneau scléreux, le tissu criblé et le bois forment un anneau continu dont la symétrie bilatérale devient difficile à saisir.

Limbe. — Épiderme à cellules à contours curvilignes très ondulés à la face externe, à contours rectilignes à la face interne. Stomates et poils tri-cellulaires courts très abondants à la face externe ; quelques poils *n*-cellulaires à cellule terminale acuminée. Cuticule ponctuée. Mésophylle bifacial : une assise de cellules palissadiques, quatre assises de cellules rameuses étalées dans le sens tangentiel. Système conducteur formé par une nervure médiane, ramifiée dès la partie supérieure du pétiole en nervures de deuxième ordre symétriques terminées en hydathodes riches en vaisseaux.

HAMPE FLORALE. — Structure typique. Épiderme à stomates proéminents nombreux ; poils des deux formes citées pour la feuille. Parenchyme corticale mince, (cinq assises de cellules cylindriques), Péricycle mince sclérifié (deux, trois assises) plus de vingt faisceaux libéro-ligneux ; moelle très large ($\frac{4}{3}$ du rayon total).

SECTION XIX. — *Proliferæ* Pax.*Primula japonica*. Asa Gray.

RACINE. — Racines latérales de 15 centimètres de longueur environ, très nombreuses et étroitement serrées tout autour de la base de la tige, avec radicelles sur la moitié inférieure seulement. Diamètre basilaire : 3 millimètres en moyenne. Assise pilifère persistante, parois externes fortement bombées vers l'extérieur, assise subéreuse à cellules très allongées radialement ; parenchyme cortical sérié radialement sur presque toute son épaisseur, bourré d'amidon, et occupant les $\frac{5}{6}$ du rayon total. A la base sept lames ligneuses primaires étroites, allongées radialement ; cordons libériens à section circulaire, présentant sur leurs faces radiales et internes un cambium très actif ne donnant que du tissu criblé. Dans la moitié inférieure le nombre des faisceaux ligneux diminue.

TIGE. — Structure anormale due au développement considérable du réseau conducteur radicifère. La tige est très courte et porte de nombreuses racines adventives de telle sorte que l'écorce parenchymateuse et bourrée d'amidon est traversée par de nombreux cylindres centraux de racines, ainsi que par de nombreuses traces foliaires. Le système conducteur comprend des lames libéro-ligneuses, plus ou moins étendues, disposées sur un cercle. A la face externe du système libéro-ligneux normal se trouve une autre lame libéro-ligneuse très développée dans cette espèce, constituant le réseau radicifère. La moelle est constituée par un parenchyme semblable à celui de l'écorce.

FEUILLE. — La trace foliaire au moment où elle se détache du cylindre central forme une lame arquée, qui déjà dans l'écorce de la tige émet deux rameaux. Ces trois faisceaux deviennent à la sortie concentriques et bilatéraux et se comportent plus haut comme dans *P. denticulata*.

Limbe. — Épiderme à cellules ondulées surtout à la face externe où les stomates sont extrêmement abondants. Poils tri-cellulaires courts ; cellules tannifères parsemées. — Mésophylle faiblement bifacial et peu rameux ; assise sous-épidermique interne faiblement palissadique ; trois assises de cellules diminuant de volume vers l'épiderme externe. A la face externe des nervures saillantes parenchyme chlorophyllien, à cellules prismatiques volumineuses. Nervure pennée réticulée ; nervure médiane à section transversale en arc, dont les bords se touchent encore au milieu du limbe.

Le bord de la feuille est denté et dans chaque dent les nervures correspondantes se terminent en hydathodes. Cette espèce nous apparaît donc comme un type franchement adapté aux stations humides.

SECTION XX. — *Auricula* Tourn.

P. auricula L.

RACINE. — *Racine principale.* — Structure binaire typique, grand développement de productions libéro-ligneuses secondaires; bois primaire formant une lame bipolaire centrale, bientôt indistincte au milieu des vaisseaux secondaires. Parenchyme cortical à parois épaissies même celles de l'assise subéreuse et de l'endoderme.

Racine latérale. — Structure normale. — Système conducteur tétrapolaire, liber primaire réduit à quelques éléments, lames ligneuses primaires n'atteignant pas le centre. Autour du liber, sauf du côté externe, s'établit un cambium donnant des productions libéro-ligneuses secondaires qui remplissent l'espace compris entre les lames ligneuses primaires.

Radicelles. — Structure binaire.

TIGE. — *Hypocotyle.* — Épiderme sans stomates ni poils et parenchyme cortical amylofère, à parois épaissies; endoderme épaissi et cloisonné tangentiellément. Structure primaire du cylindre central identique à celle de la racine principale avec un plus grand développement de productions secondaires. Vers le sommet la lame ligneuse primaire s'éteint: une partie des vaisseaux sont écrasés, d'autres les centraux, s'unissent latéralement aux vaisseaux des deux massifs secondaires latéraux, sur lesquels s'insèrent dans le plan du bois primaire les traces foliaires des deux cotylédons. Les deux faisceaux secondaires se rejoignent et la stèle est constituée, tantôt compacte, tantôt paraissant divisée en faisceaux qui correspondent aux insertions foliaires. Des coupes transversales faites à des niveaux supérieurs montrent une seconde stèle s'insérant sur la première, puis une troisième, etc., toutes se disposant sur un cercle. Leur ensemble et non chacune d'elles est physiologiquement équivalent au cylindre central des tiges à structure normale; anatomiquement, elles ne leur sont pas comparables.

Des coupes longitudinales axiales dans le sommet négatif ne m'ont jamais montré qu'un méristème absolument homogène, sous le dermatogène.

FEUILLES, Cotylédon. Pétiole: comme *P. sinensis*.

Limbe. — Cellules épidermiques à section elliptique ou quadrangulaire pouvant mesurer dans deux directions perpendiculaires 45-60 μ à la face interne du limbe, 60-80 μ à la face interne du pétiole, à contours sinueux, stomates et poils tri-cellulaires glanduleux courts sur les deux faces. Mésophylle bifacial à cellules très volumineuses, une assise de cellules palissadiques, parfois deux, à peine plus longues que larges et trois, quatre assises de cellules très rameuses.

Autour du faisceau gaine de cellules en partie tannifères ; système conducteur peu développé ; une nervure médiane terminée en hydathode, donnant deux nervures de deuxième ordre insérées à la base du limbe et légèrement ramifiées. Nervure médiane à section ovale ; liber formant la majeure partie du faisceau.

FEUILLE. — La feuille s'insère sur la tige par une base très large présentant sur une section transversale toute une série de faisceaux libéro-ligneux qui s'unissent à ceux de la tige sur tout le pourtour du cercle des stèles caulinaires.

Cellules épidermiques à contours rectilignes allongées à la base puis isodiamétriques légèrement curvilignes ou sinuées ; stomates plus nombreux à la face interne qu'à la face externe ; poils tri-cellulaires courts terminés par une cellule sphérique, peu abondants et poils tri-cellulaires longs à cellule basilaire très grande, très nombreux sur les bords.

À la base dans toute la portion rétrécie de la feuille et parenchyme formé de cellules prismatiques à large diamètre ; dans le limbe : mésophylle faiblement bifacial ; cellules de l'assise palissadique à peine plus larges que longues, lâchement unies ; parenchyme rameux très lacunaire comprenant sept, huit assises de cellules dans la région la plus large du limbe.

Dans la région de la gaine, la nervure médiane a une section demi-circulaire, les nervures latérales diminuant graduellement de dimensions vers les bords ont une section circulaire. Toutes sont entourées par une gaine de sclérenchyme qui cesse d'exister dans la partie rétrécie. Nervation pennée réticulée (angle d'insertion des nervures de 2^e ordre = 30°, environ). Les nervures latérales peuvent présenter une structure concentrique ou une structure collatérale dans la région inférieure du pétiole.

Dans le limbe, la nervure médiane prend graduellement une section ovale et se termine au sommet en hydathode.

2. DIONYSIA Fenzl (*Macrosiphonia* Duby) (1).

Douze espèces, gazonnantes, vivant dans les rochers des hautes montagnes de la Perse, du Kurdistan et de l'Afghanistan.

D. revoluta Boissier.

TIGE. — *Tige adulte, région feuillée.* — La tige est complètement recouverte par les feuilles. Après la chute de celles-ci, le cylindre central n'est plus recouvert que par une assise endodermique fortement subérifiée. La tige n'a donc pas une écorce propre, elle ne possède dans sa région supérieure feuillée qu'un revêtement parenchymateux foliaire.

Sous l'endoderme vient une couronne libéro-ligneuse tout à fait continue circonscrivant une moelle parenchymateuse homogène.

Endoderme : Cellules prismatiques à parois radiales épaissies subérifiées dans la lamelle primitive. Péricycle uni-, quelquefois bisérié, toujours cellulosique; tissu criblé renfermant peu d'îlots criblés, mais beaucoup de parenchyme sérié radialement et légèrement collenchymateux, suivant les cloisons radiales; assise génératrice mince et continue; bois en anneau compact formé en grande partie de vaisseaux disposés en files radiales très régulières; pointements ligneux primitifs et fibres primitives internes distincts dans la région supérieure seulement. Moelle à éléments beaucoup plus petits à la périphérie qu'au centre où elle est plus ou moins dissociée.

FEUILLE. — Structure bifaciale. Épiderme interne: cellules à parois épaissies et rectilignes, allongées à la base, isodiamétriques au sommet. Épiderme externe, cellules à contours légèrement ondulés; stomates nombreux dans les deux sillons, poils très nombreux, de deux formes tri-cellulaires à cellule terminale sphérique et *n*-cellulaires acuminés, à parois très épaisses. Mésophylle d'épaisseur inégale, mince dans la région des sillons; tissu palissadique sur deux ou trois assises et tissu rameux très lacunaire; en certains points, tendance vers la structure centrique.

Faisceau médian à section elliptique. Liber occupant les deux tiers du faisceau; même composition que dans *Primula*, mais légèrement collenchymatoïde. Bois réduit à une bande tangentielle de vaisseaux et de parenchyme.

PÉDONCULE FLORAL. — Très court: dix faisceaux conducteurs, cinq

(1) Voir A. Bunge in *Bull. de l'Acad. imp. de St-Petersbourg*, t. XVI, p. 548 pour la monographie des espèces.

se continuent dans la nervure médiane du calice, cinq dans la nervure médiane de la corolle. Dans le réceptacle floral les cinq faisceaux placentaires s'insèrent latéralement sur les précédents chacun par deux branches. Les cinq faisceaux ovariens s'insèrent un peu plus haut sur les faisceaux sépalaires; les faisceaux marginaux des sépales sur les pétalaires : les faisceaux marginaux de la corolle sur les sépalaires.

CALICE. — Épiderme à cellules légèrement ondulées, parois radiales épaissies, ponctuées et moniliformes de face ou épaissies asymétriquement, section elliptique, paroi externe épaisse. Stomates abondants sur les deux faces. Poils des deux formes sur la face externe, poils courts capités sur la face interne. Mésophylle en grande partie rameux, formé de cellules courtes; en quelques points tissu palissadique. Dans la région basilaire, autour des faisceaux et disséminées dans la masse, quelques *sclérites* à parois peu épaissies. La nervation comprend une nervure médiane ramifiée au sommet terminée en hydathode et deux nervures marginales. Structure semblable à celle de la feuille avec fibres péridermiques externes très collenchymateuses.

COROLLE. — Dans la région tubaire le parenchyme beaucoup plus abondant autour des nervures, détermine à la surface dix sillons correspondant à l'espace compris entre les nervures (fig. 59); le long des sillons poils des deux formes très nombreux. A la face interne du limbe, cellules épidermiques rectilignes isodiamétriques terminées en papilles courtes, entremêlées de poils tri-cellulaires. A la face externe cellules à contours ondulés et poils des deux formes. — Parenchyme, comme *P. sinensis*.

Système conducteur normal dans le tube; dans le limbe les faisceaux ondulent parallèlement entre eux.

Les faisceaux staminaux cheminent à côté des faisceaux pétalaires très bas avant de s'unir à eux.

ÉTAMINE — Structure typique; parenchyme mécanique très abondant, formé de cellules à épaississements spirales plus épais que dans le genre *Primula*.

OVAIRE. — Épiderme typique avec stomates nombreux et proéminents à la face externe, parsemé de stomates et de poils à la base de la face interne. Parenchyme prismatique comprenant en



Fig. 59. — *Dionysia revoluta*. Coupe transversale schématique de la région gamopétale de la corolle sous l'insertion des étamines : nm, nervure médiane concentrique; ni, nervure intercalaire collatérale.

moyenne quatre assises de cellules prismatiques, plus petites à la base qu'au sommet où les deux, trois assises externes sont déjà uniformément épaissies au moment de l'anthèse, sauf en regard des cinq faisceaux médians.

Cinq nervures médianes peu ramifiées, *le bois ne se développant généralement pas dans les dernières ramifications.*

PLACENTA. — Globuleux, occupant toute la cavité ovarienne, prolongé dans le canal styloïde. Pédicelle distinct enfoncé dans la masse jusqu'au milieu de la hauteur. Faisceaux concentriques confluent terminés en crosse au sortir du pédicelle, à la surface duquel se trouvent des stomates et des poils.

Ovules très nombreux à structure typique normale. Voir *P. sinensis*.

Dionysia aretioides Lehm.

L'épiderme de la feuille est semblable sur les deux faces. Vers le tiers supérieur du limbe, cellules ondulées à parois minces, cuticule faiblement striée. Stomates peu abondants, deux formes de poils comme dans l'espèce précédente, mais moins nombreux.

D. Aucheri Duby.

Le liber de la tige est formé d'éléments à parois très minces. L'épiderme de la feuille est formé de cellules ondulées plus sur la face externe que sur l'interne, à cuticule fortement striée, surtout vers le sommet où abondent aussi les stomates volumineux et circulaires vus de face. Une forme de poils, quatre, cinq cellulaires terminés par une cellule sphérique.

D. cespitosa Duby.

La structure de la tige rappelle tout à fait celle des *Aretia*. A la base elle présente un épiderme persistant, une écorce parenchymateuse mince, une couronne libéro-ligneuse continue et une moelle parenchymateuse; vers le sommet la couronne libéro-ligneuse se partage en faisceaux distincts adossés à un péricycle scléreux.

Dans le rhizome le bois est fréquemment développé excentriquement.

3. DOUGLASIA Lindl.

Quatre espèces, trois dans l'Amérique arctique, une en Europe (Sierra Nevada, Alpes et Abruzzes).

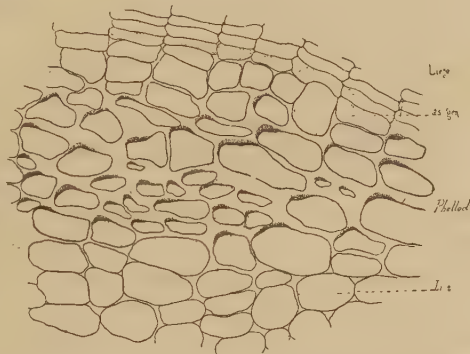
D. Vitaliana Hook.

RACINE. — *Racine principale.* — Structure primaire binaire, développement considérable des productions secondaires. Écorce complètement exfoliée, phellogène péryclicique donnant un liège épais et un parenchyme secondaire à parois très épaisses. Cylindre central à lame ligneuse primaire très tôt enveloppée par le bois secondaire, liber très parenchymateux en couronne continue.

Racine adventive. — Écorce exfoliée jusqu'à l'endoderme, pas de liège, trois lames ligneuses primaires distinctes au milieu d'un parenchyme abondant; trois faisceaux libéro-ligneux secondaires, rayons médullaires secondaires très larges.

TIGE. — Structure normale, sauf pour l'écorce qui est constituée par les régions basilaires des feuilles qui, après leur chute, mettent l'endoderme à nu.

Épiderme à cuticule fortement striée, poils de deux formes 2-cellulaires capités et *n*-cellulaires ramifiés, unisériés. Parenchyme cortical lacuneux dans la région externe sérié radialement dans la région interne. Endoderme normal au sommet, cloisonné radialement dans les régions âgées. Pérycycle cellulosique, collenchymatoïde, plurisérié. Tissu criblé collenchymatoïde en couronne continue sauf dans la région des faisceaux sortants. Bois en couronne continue à la base, découpé en bandes de plus en plus étroites vers le sommet où les feuilles sont insérées avec la divergence $2/3$. Les faisceaux foliaires s'insèrent sur cinq bandes libéro-ligneuses intercalaires.



Il se produit parfois un liège et un phel-loderme péryclicques (fig. 60). Le sommet végétatif est large, hémisphérique formé par un méristème homogène.

FEUILLE. — Épiderme à cellules allongées, parois droites ou légèrement curvilignes. Stomates et poils de deux formes abondants sur les deux faces.

Fig. 60. — Tige de *Douglasia vitaliana* : liège et phelloderme d'origine péryclicique c. transv.) (gr. = 450). Li, liber secondaire.

Mésophylle à tendance centrique très prononcée : sous l'épiderme, cellules à section elliptique sur plusieurs assises, ou à section arrondie, surtout en regard de la nervure médiane. — Nervure médiane à section ovale, fibres primitives externes se lignifiant tardivement, tissu criblé renfermant peu de cellules parenchymateuses, bois composé de vaisseaux et de parenchyme cellulosique.

PÉDONCULE FLORAL. — Épiderme portant comme celui de la feuille de nombreux poils de deux formes.

Parenchyme très lacuneux dans la région moyenne. — Péricycle étroit, sept faisceaux libéro-ligneux distincts allongés radialement.

A la base de la fleur les faisceaux s'étalent, quelques-uns se divisent de manière à donner en tout dix faisceaux, cinq sépalaires, cinq pétales sur lesquels s'insèrent latéralement par deux branches les cinq faisceaux placentaires qui bientôt se fusionnent en une couronne libéro-ligneuse continue.

CALICE. — Épiderme comme dans la feuille à stomates plus abondants sur la face interne que sur l'externe.

Mésophylle formé de parenchyme rameux à lacunes très développées. Nervure médiane à section ovale large ; bois riche en vaisseaux, tissu criblé riche en cellules parenchymateuses.

COROLLE. — La base du tube de la corolle est plissée transversalement suivant des anneaux complets donnant en coupe longitudinale une bande ondulée.

Cellules épidermiques tannifères, à la face externe tout entière et à la face interne du limbe. Parois légèrement ondulées au sommet du tube ; dans le limbe, cellules papilleuses à replis internes. Poils tri-cellulaires capités en petit nombre.

Parenchyme très mince entre les nervures formé de cellules cylindriques allongées et sinueuses unies bout à bout, très méatiques dans le tube, tandis que dans le limbe elles sont aplaties et rameuses parallèlement à la surface.

ÉTAMINE. — Même structure que *P. sinensis*. Parenchyme mécanique à épaississements en U dans la région de déhiscence à épaississements spiralés en petit nombre dans la région du connectif. Poils *n*-cellulaires capités à la surface de l'anthère.

Pollen en grains ellipsoïdes réguliers ; trois plis méridiens et trois pores en leur milieu.

OVAIRE. — Paroi ovarienne : Épiderme comme *P. sinensis* avec stomates nombreux dans la région supérieure et cuticule nettement ponctuée. — Parenchyme hétérogène dans la région stomatifère ; autour de ces organes il est formé de petites cellules arrondies riches en chlorophylle ; ailleurs il est formé de cellules prismatiques,

un peu allongées perpendiculairement à la surface, sous l'épiderme, vers le sommet. — Cinq faisceaux libéro-ligneux collatéraux :

Style cylindrique, stigmate renflé en chapeau de champignon papilleux, structure typique (*V. P. sinensis*).

Placenta masse ovulifère à forme externe de chaudron renversé à bords évasés, porté par un pédicelle de longueur égale à un tiers de la hauteur totale.

Parenchyme périphérique et épiderme riche en protoplasme.

Système conducteur en couronne libéro-ligneuse pleine (fig. 29).

Ovules au nombre de quatre insérés à angle droit un peu plus bas que le sommet de l'ovaire. Structure anormale : *Tégument unique* comprenant de six à dix assises de cellules polyédriques très petites. Assise périphérique tannifère à cellules allongées radialement ; cuticule interne et externe. Nucelle typique (*V. P. sinensis*).

Graine beaucoup plus volumineuse que dans les genres précédents. Sa structure ne s'éloigne pas notablement de celle du *P. sinensis*. Assise superficielle du tégument formé de cellules tabulaires à parois externes épaissies.

4. — STIMPSONIA Wright.

Deux espèces *S. chamædryoides* au Japon et *S. crispidens* en Chine.

S. chamædryoides Wright.

FEUILLE. — *Limbe*. — Cellules épidermiques à contours fortement ondulés, semblables sur les deux faces. Stomates nombreux en-

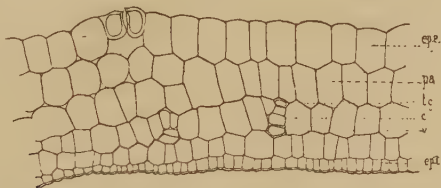


Fig. 61. — *Stimpsonia chamædryoides*. Coupe transversale de la paroi ovarienne ; *ep. e.*, épiderme externe ; *ep. i.*, épiderme interne ; *pa*, parenchyme ; *tc*, tube criblé ; *c*, cambium ; *v*, jeune vaisseau (gr. = 400).

tourés par quatre cellules. Poils *n*-cellulaires unisériés terminés par une cellule sphérique. Mésophylle non bifacial et très mince ne comprenant que deux, quelquefois trois assises de cellules légèrement rameuses dans le plan de la feuille. — Nervure médiane à section étalée en arc flabelliforme comprenant à la périphérie vers la

face inférieure une assise de fibres primitives non différenciées, puis un arc de tissu criblé, en îlots et une masse vasculaire formée de vaisseaux plus ou moins sériés radialement et de cellules parenchymateuses.

HAMPE FLORALE. — *Type Primula*. Épiderme à stomates et poils de deux formes comme dans la feuille. Parenchyme cortical mince (quatre assises de cellules), endoderme partiellement lignifié. Péricycle sclérifié mince (trois assises); quinze faisceaux libéro-ligneux remarquables par la grande réduction de leur liber et la largeur des vaisseaux du bois; moelle parenchymateuse large.

OVAIRE. — La structure de la paroi ovarienne est représentée en coupe transversale dans la figure 61.

5. — ARETIA L.

Environ douze espèces réparties dans les hautes montagnes de l'Europe, sauf *A. artica* Pax et *A. ochotensis* Pax, localisées dans la Sibérie arctique.

A. pubescens Lois.

RACINE. — *Racine principale*. — Structure primaire à lame ligneuse primaire bipolaire. Productions libéro-ligneuses secondaires très abondantes. Écorce complètement exfoliée jusqu'à l'endoderme.

Péricycle à trois, quatre assises de cellules secondaires; tissu criblé riche en parenchyme conducteur, bois composé de vaisseaux disséminés régulièrement au milieu de parenchyme conducteur.

Les racines de deuxième ordre et d'ordre supérieur sont tripolaires à lames ligneuses réunies au centre.

TIGE. — Dans la région supérieure, les feuilles très serrées recouvrent complètement la tige, de telle sorte qu'en ces points une section transversale présente un revêtement parenchymateux foliaire, un cercle de faisceaux libéro-ligneux distincts entourant une moelle large.

Après la chute des feuilles, l'endoderme protège le système conducteur dont les faisceaux distincts d'abord se fusionnent et augmentent d'épaisseur par une assise génératrice. A la base des tiges âgées, la moelle se réduit de plus en plus, le bois occupant presque toute l'épaisseur de l'organe.

FEUILLE. — Épiderme identique sur les deux faces; cellules allongées, légèrement ondulées, stomates nombreux, poils de deux

formes : 1° poils tri-cellulaires capités courts; 2° poils mécaniques unisériés rarement ramifiés. — Mésophylle hétérogène; à la base le parenchyme est prismatique et compact, puis le parenchyme palissadique forme de deux à quatre assises de cellules, commence vers les bords de la feuille en augmentant graduellement vers le sommet, d'abord sur la face interne, puis sur la face externe même.

Nervure médiane à section ovale, structure normale.

PÉDONCULE FLORAL. — Cinq faisceaux libéro-ligneux. Péricycle collenchymatoïde; parenchyme médullaire cylindrique. Écorce lacuneuse dans la zone externe. Épiderme avec poils de deux formes, sans stomates.

CALICE. — Épiderme comme dans la feuille. Mésophylle bifacial; une assise de cellules palissadiques interrompues sous les stomates, tissus lacuneux à cellules faiblement rameuses.

Nervure médiane à cellules ovale, entourées par une assise de parenchyme lignifié au moment de la fructification.

COROLLE. — Épiderme à cellules prismatiques à la base devenant ondulées vers la gorge où elles sont prolongées en papilles coniques. Mésophylle: deux assises de cellules prismatiques à la base, devenant rameuses sur leurs faces latérales dans le limbe. — Nervures médianes à structure concentrique au-dessous de l'insertion des étamines, collatérales au-dessus, comme les nervures intercalaires.

ÉTAMINE. — *Filet*. — Structure normale. Épiderme prismatique; parenchyme homogène et faisceau concentrique.

ANTHÈRE. — Cellules épidermiques à parois externes convexes. Parenchyme mécanique à épaississements en U ouverts vers l'extérieur, et épaississements spiralés en dehors de la région de déhiscence, parenchyme du connectif prismatique compact; faisceau concentrique, prolongement de celui du filet, mais ayant moins d'éléments ligneux et libériens différenciés.

POLLEN. — Grains ellipsoïdes à trois plis méridiens et trois pores en leur milieu.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne*. — Stomates abondants sur la face externe. Mésophylle formé de parenchyme prismatique à la base, polyédrique et plus épais au sommet où elles prennent très tôt des épaississements en U dans la région externe.

PLACENTA. — Couronne libéro-ligneuse continue avec parenchyme central et périphérique riche en amidon.

OVULE. — Même structure que *P. sinensis*.

6. — ANDROSACE L.

M. Pax divise le genre *Androsace* en trois sections : I. *Pseudo-primula* Pax ; II. *Chamæjasme* Koch ; III. *Enandrosace* Pax.

SECTION I. — *Pseudo-primula* Pax.

Cette section renferme des espèces qui relient étroitement les genres *Primula* et *Androsace* au point que *Franchet* déclare la fusion de ces deux genres comme une conséquence rigoureuse de l'étude des *Pseudo-primula*. *Bentham* et *Hooker* ont été obligés d'invoquer des caractères tirés du port et de la coloration des fleurs pour opérer une distinction appréciable. Les efforts combinés de la morphologie et l'anatomie pourront peut-être établir des caractères tranchés ou accentuer davantage l'affinité de ces deux genres.

Androsace rotundifolia Franchet.

TIGE. — En dehors de la région feuillée l'écorce s'exfolie jusqu'à l'endoderme formé de cellules primitives volumineuses, divisées par plusieurs cloisons radiales. Péricycle plurisériel collenchymatoïde, tissu criblé en anneau continu, très riche en parenchyme, sériel radialement, au milieu duquel sont épars des fascicules d'éléments criblés ; bois en anneau quelquefois interrompu par des cellules scléreuses, formé de vaisseaux et de parenchyme ; pointements primitifs très distincts. Moelle sclérifiée partiellement à la face interne du bois et parsemée de sclérites dans toute sa masse, amidon très abondant.

FEUILLE. — *Pétiole.* — Épiderme à stomates et poils de deux formes : tri-cellulaires courts à cellule terminale sphérique et 5,6-cellulaires terminés en pointe à stries cuticulaires ponctuées. — Parenchyme collenchymateux sur cinq, sept assises environ dans la zone externe parsemée de cellules tannifères, à membrane subérifiée. — Système conducteur formé par un arc libéro-ligneux très courbé, de manière à ce que les bords se touchent presque à la base, plus haut ces bords s'écartent et le tout se fragmente en plusieurs masses très rapprochées sur un arc à forte courbure.

Limbe. — Cellules épidermiques internes à contours rectilignes, parois uniformément épaissies. Cellules externes plus petites à contours légèrement curvilignes et ondulés. Stomates nombreux et poils comme ci-dessus.

Mésophylle bifacial : une assise de cellules palissadiques courtes et trois assises de cellules tabulaires non rameuses ne laissant entre elles que des méats très réduits.

Dans la région des nervures saillantes il n'y a pas différenciation de parenchyme assimilateur.

Nervure médiane en arc, très étalé, comprenant quelques assises de fibres primitives externes collenchymateuses, un arc mince de tissu criblé, un arc de bois formé de vaisseaux et de beaucoup de parenchyme.

HAMPE FLORALE. — Structure typique normale. Poils des deux formes, les *n*-cellulaires (*n*-10) très nombreux et très longs. Parenchyme cortical épais (deux tiers du rayon), endoderme à cadre tangentiel subérifié. Péricycle très mince (une, deux assises) légèrement lignifié; dix faisceaux à structure normale.

Bractée florale très étroite. Cellules épidermiques allongées et prismatiques, sauf tout au sommet où elles sont ondulées et à ornements cuticulaires ponctués. Stomates et poils des deux formes, les poils mécaniques dressés vers la fleur.

PÉDONCULE. — Structure typique normale, poils mécaniques, 3, 4-cellulaires dressés vers la fleur. Péricycle mince, six faisceaux très réduits se groupant au sommet en cinq massifs qui se divisent chacun en trois faisceaux comme dans *Primula officinalis*.

CALICE. — Épiderme à cellules prismatiques allongées sur les deux tiers inférieurs des sépales, puis fortement ondulées. Stomates et poils des deux formes, plus nombreux sur la face externe que sur la face interne. — Parenchyme rameux. — Système conducteur formé par une nervure médiane émettant deux nervures latérales dès la base et par deux nervures marginales non ramifiées. Toutes ces nervures courent parallèlement jusqu'au bord supérieur des sépales. Leur structure est normale et sur toute leur longueur elles sont soutenues par quelques fibres primitives externes lignifiées.

COROLLE, ÉTAMINE à structure typique (V. *Primula sinensis*).

A. setchuensis Franchet.

Même structure que l'espèce précédente.

L'écorce de la tige a moins de tendance à s'exfolier.

Les fibres péridermiques du pétiole sont épaissies et lignifiées.

SECTION II. — *Chamæjasme* Koch.*A. villosa* L.

RACINE LATÉRALE. — Écorce de bonne heure exfoliée. Cellules endodermiques très volumineuses étirées tangentiellement, pourvues d'un grand nombre de cloisons radiales. Péricycle secondaire multi-sérié, passant graduellement au tissu criblé disposé en couronne continue. Bois primaire tripolaire formant avec le bois secondaire un cylindre plein.

TIGE. — A la base des rameaux gazonnants, la tige possède un épiderme, [une écorce épaisse hétérogène, une couronne libéro-ligneuse continue, épaisse, et une moelle fort réduite.

Épiderme : Cellules à paroi externe très épaisse en *majorité tannifères*. Cuticule très striée longitudinalement. Poils de deux formes : 1° *n*-cellulaires, très longs à parois épaisses *terminés en pointe*; 2° 3, 4-cellulaires courts terminés par une cellule sphérique à huile essentielle.

Écorce. — Couche externe de sclérenchyme et parenchyme interne formé de cellules volumineuses, les assises externes très méatiques, très dissociables, ce qui explique la facilité avec laquelle l'écorce se détache. Au niveau des rosettes de feuilles, il n'y a pas encore de sclérenchyme. Endoderme à cellules prismatiques aplaties tangentiellement, recloisonnées dans le sens radial, à parois subérifiées, surtout la lamelle moyenne. Cylindre central : Péricycle plurisérié très collenchymatoïde passant graduellement au tissu criblé formé de petits îlots disséminés au milieu du parenchyme libérien. Assise génératrice très active. Bois en couronne continue, vaisseaux très abondants et sclérenchyme interposé, pointements ligneux primitifs faiblement distincts, fibres primitives internes nombreuses. Moelle : parenchyme à parois minces.

Dans les régions couvertes de feuilles, la tige s'élargit beaucoup, la couronne libéro-ligneuse se décompose en faisceaux libéro-ligneux distincts, destinés aux feuilles. La moelle s'élargit considérablement et le bois se réduit beaucoup.

FEUILLE. — Les rosettes renferment deux sortes de feuilles, celles du sommet peu nombreuses, dégagées les unes des autres, plus grandes, moins velues que celles de la région inférieure, serrées, imbriquées les unes dans les autres.

Feuilles du sommet. — Structure faiblement bifaciale avec tendance vers la structure centrique au sommet.

Épidermes : cellules à contours rectilignes à la base, ondulés dans les deux tiers supérieurs, à section rectangulaire crénelée, à parois épaissies, surtout la paroi, externe vers le milieu de la face inférieure, recouverte d'une cuticule épaissie. Stomates beaucoup plus abondants sur la face interne que sur l'externe, au même niveau que les cellules épidermiques, à parois très épaissies. Poils de deux formes : 3, 4-cellulaires, parois épaissies, cellule terminale sphérique et 4-cellulaires capités à cellule terminale simple ou divisée sphérique. — Mésophylle : structure bifaciale, sauf dans la région des bords où la

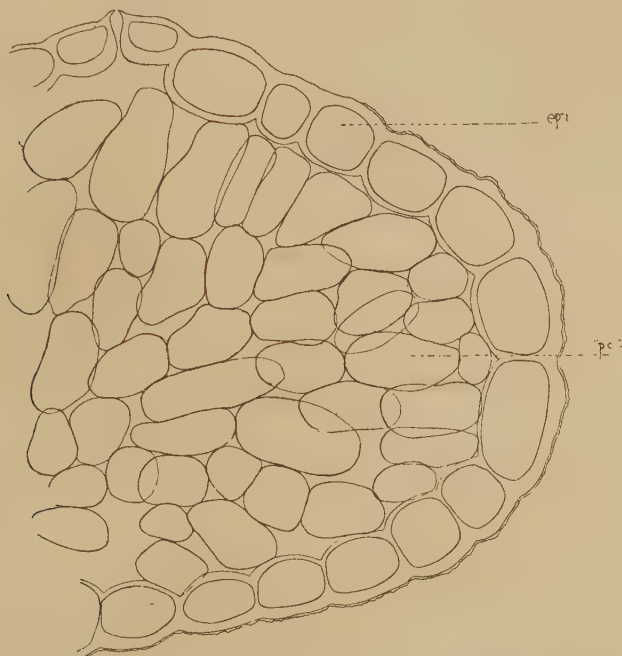


Fig. 62. — *Androsace villosa*. Section transversale de la région marginale de la feuille, *ep. i.*, épiderme interne ; *pc.*, parenchyme marginal montrant la tendance à la structure centrique (gr. = 400).

structure est centrique (fig. 62) ; une assise de cellules palissadiques deux fois plus longues que larges, lâchement unies, avec de grands espaces aérifères sous les stomates. Parenchyme lacuneux comprenant, dans la région de la nervure médiane, des assises de cellules peu rameuses à section elliptique, très méatiques ; à la base, le parenchyme est homogène. — Système conducteur : nervure médiane à section ovale, liber collenchymatoïde beaucoup plus abondant que le bois, et adossé d'une assise de fibres péridermiques collenchymatoïdes. Bois formé de vaisseaux spiralés et

annelés avec quelques cellules parenchymateuses disséminées ; pas de fibres primitives internes. Dans les ramifications, les vaisseaux se disposent de plus en plus suivant une bande tangentielle.

Feuilles basilaires : imbriquées, parenchyme palissadique inégalement développé dans les moitiés gauches et droites, abondant vers le bord libre, absent en général du côté recouvert (structure anisolatérale).

HAMPE FLORALE. — Structure typique normale, endoderme lignifié. Cylindre central large ($3/4$ R). Péricycle sclérifié ; huit faisceaux libéro-ligneux étalés tangentiellement, bois en V. Moelle partiellement lignifiée à sa périphérie, entre les faisceaux.

BRACTÉE FLORALE. — Épiderme comme la feuille. Parenchyme très lacuneux. Système conducteur : nervure médiane, unique à la base, émettant de chaque côté environ quatre nervures de deuxième ordre parallèles à la première et se ramifiant également une fois. Toutes ces nervures sont approximativement parallèles.

PÉDONCULE FLORAL. — Structure semblable à celle de la hampe. Péricycle non lignifié à l'anthèse, sept faisceaux, plus volumineux, serrés les uns contre les autres, allongés radialement, réduisant la moelle à quelques cellules.

Dans le réceptacle floral, les faisceaux libéro-ligneux se rapprochent, se groupent en couronne continue, puis se partagent en dix, faisceaux : cinq sépalaires médians et cinq pétales médians ; sur les premiers, à leur face interne, s'insèrent les cinq faisceaux marginaux de la corolle ; sur les seconds, les faisceaux latéraux des sépales et vers l'intérieur à peu près au même niveau, les faisceaux placentaires, au nombre de dix, dans la région d'insertion. Ceux-ci se réunissent plus haut en couronne continue, au centre de laquelle se trouvent encore des faisicules libériens. Un peu plus haut que l'insertion des faisceaux placentaires, s'insèrent sur les faisceaux, pétales, les cinq nervures médianes de l'ovaire. Pendant la fructification, le parenchyme très lacuneux du réceptacle floral se sclérifie dans toute sa masse ; plus haut, la sclérification se limite autour des faisceaux.

CALICE. — La structure des sépales s'éloigne un peu de la structure des feuilles. Stomates plus nombreux à la face interne.

Parenchyme très lacuneux à la base, formé de cellules ellipsoïdes et de cellules rameuses, irrégulièrement distribuées dans la région moyenne, tandis qu'au sommet la structure est nettement palissadique. Le système conducteur est constitué par une nervure médiane tout à la base de laquelle s'insèrent deux nervures latérales, et par deux nervures marginales qui se réunissent dans le réceptacle floral aux faisceaux pétales correspondants.

COROLLE. — Cellules épidermiques prolongées en papilles sur toute la surface du limbe et de la gorge, munies de replis latéraux à la face externe; quelques poils capités courts, à cellule terminale divisée radialement. Parenchyme rameux et système conducteur comme dans *P. sinensis*.

ÉTAMINE : Structure typique (*V. P. sinensis*).

Pollen en grains ellipsoïdes à surface finement ponctuée : deux noyaux allongés en fuseau et tordus en spirale, l'un beaucoup plus riche en chromatine et plus volumineux que l'autre.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne.* — Structure typique (*V. Pr. sinensis*).

Épiderme : A la face externe, stomates abondants, orientés verticalement, volumineux par rapport aux cellules environnantes.

Nervation : cinq faisceaux collatéraux différenciés tardivement; premiers vaisseaux formés aux dépens de cellules issues de cloisonnements tangentiels d'une cellule cambiale : bois secondaire par conséquent.

SECTION III. — **Euandrosace.**

A. maxima L.

RACINE. — *Racine principale.* — Structure binaire, écorce mince, exfoliée de bonne heure jusqu'à l'endoderme, qui, pour suivre l'accroissement rapide du cylindre central, divise ses cellules par un grand nombre de cloisons radiales.

Les productions libéro-ligneuses secondaires sont très hâtives et très abondantes. Pérycycle unisériel d'abord, puis plurisériel, à cellules très étirées tangentiellement, munies de parois épaisses; liber en manchon continu, riche en parenchyme collenchymatoïde entremêlé de fascicules criblés; bois primaire formant une lame bipolaire centrale entourée par une masse cylindrique de bois secondaire formé de larges vaisseaux disséminés irrégulièrement dans une masse de parenchyme lignifié à la périphérie, cellulosique au centre.

Hypocotyle. — Dans la région inférieure : Structure identique à celle de la racine principale après exfoliation de l'écorce. Plus haut, vers l'insertion des cotylédons, la lame ligneuse primaire a disparu, il y a une moelle large. Épiderme à paroi externe très épaissie, stomates et deux formes de poils : tri-cellulaires capités et *n*-cellulaires longs à cellule terminale pointue; parenchyme cortical formé de cellules à section arrondie plus volumineuses, au milieu que vers l'épiderme ou l'endoderme.

TIGE. — La tige complètement développée est très courte, sa section est irrégulièrement circulaire et augmente de largeur de l'hypocotyle au sommet où elle se divise en un grand nombre de hampes florales.

A la base, après la chute des feuilles les plus âgées, l'écorce tombe, sauf l'endoderme qui prend de nombreuses cloisons radiales.

Péricycle unisérié à l'origine, plurisérié, collenchymatoïde très épais, passant au tissu criblé également collenchymatoïde, du type *Androsace villosa*. Bois comprenant deux zones. La zone interne, correspondant au début de la végétation, est formée de vaisseaux et de parenchyme en grande quantité, la zone externe est surtout sclérénchymateuse. A la base de la tige, la couronne libéro-ligneuse est continue; à l'insertion des feuilles, cette couronne est découpée en bandes inégales sur lesquelles s'insèrent les traces foliaires. Au sommet, ces bandes se réunissent en groupes de sept ou huit faisceaux conducteurs définis, destinés aux hampes florales.

FEUILLE. — Cellules épidermiques isodiamétriques vues de face, à contours légèrement curvilignes ou en ligne brisée, ondulés, moniliformes. Stomates très nombreux à cellule annexe distincte. — Poils de deux formes, tri-cellulaires courts, très abondants et *n*-cellulaires, volumineux, acuminés, à cuticule ponctuée.

L'appareil conducteur comprend à la base trois nervures, une médiane et deux latérales, qui parcourent presque parallèlement tout le limbe, se ramifiant abondamment au sommet et se terminant en hydathode dans les dents du bord. Les deux nervures latérales émettent une nervure marginale, ce qui porte à cinq le nombre des faisceaux conducteurs principaux de la feuille. Nervure médiane: section elliptique, fibres primitives collenchymatoïdes à la face externe du liber et à la face interne du bois; tissu criblé en croissant.

Hampe florale. — Structure typique normale. Épiderme: cellules à parois épaisses, cavité à section elliptique, stries de la cuticule longitudinales très accusées. Poils: une forme, 4-cellulaires courts à cellule terminale sphérique, parois basilaires épaisses.

Écorce mince lacuneuse, cinq assises; nombreuses cellules tannifères.

Péricycle épais (dix assises) prosenchymateux, parois très épaissies. Faisceaux libéro-ligneux au nombre de sept.

BRACTÉE FLORALE. — Épiderme: A la face interne, cellules à contours rectilignes ou à peine sinueux.

Stomates nombreux sur les deux faces (environ 300 par millim.²).

Poils: comme la feuille.

Mésophylle : à peine bifacial, formé presque complètement de parenchyme rameux, sauf à la face externe où les cellules sont un peu plus allongées normalement à la surface. — Système conducteur semblable à celui de la feuille, sans hydathodes marginales.

PÉDONCULE FLORAL. — Parcours des faisceaux typique dans le réceptacle floral. Les faisceaux placentaires, en se rapprochant du centre, forment dans le pied du placenta une couronne libéro-ligneuse continue qui, plus haut, se partage en dix faisceaux divergents.

CALICE. — Cellules épidermiques à contours polygonaux ou légèrement ondulés. Section rectangulaire, paroi externe très épaissie, cuticule fortement striée. Stomates, nombreux sur les deux faces, circulaires de face, parois épaisses. Poils : deux formes : 1° 4, 5-cellulaires à cellule terminale sphérique ; 2° 4, 7-cellulaires, cellules cylindriques à parois épaisses, cuticule ponctuée, cellule terminale non différenciée, à extrémité arrondie.

Mésophylle épais de la base au sommet, formé de parenchyme rameux dans la moitié inférieure, de parenchyme palissadique sur les deux faces (environ six assises de cellules) dans la moitié supérieure. Autour des faisceaux libéro-ligneux, un rang de parenchyme conducteur.

Pendant la fructification les assises sous-épidermiques s'épaississent et se lignifient fortement.

COROLLE. — Épiderme : Dans le tube et à la face externe du limbe, cellules prismatiques à parois externes épaissies, cuticule fortement striée longitudinalement ; à la face interne du limbe, cellules toutes prolongées en papilles coniques. Toutes les cellules épidermiques sont tannifères.

Mésophylle, très lacuneux dans toute la corolle ; cellules cylindriques allongées plus ou moins contournées dans le tube, très rameuses dans le limbe. Nervure médiane et nervures intercalaires richement ramifiées en réseau, avec extrémités libres le long des bords.

La nervure médiane s'unit au faisceau staminal beaucoup plus bas que l'insertion de l'étamine. A partir de cette jonction, elle a la structure concentrique, au-dessus elle était collatérale.

7. — CORTUSA L.

Une espèce dans les hautes montagnes de l'Europe centrale, de l'Asie septentrionale et de l'Himalaya.

C, Matthioli L.

RACINE. — *Racine principale.* — Structure identique à celle des *Primula*, à racine principale fugace. Écorce très mince radialement sériée, sauf l'assise externe, lame ligneuse primaire bipolaire, séparée des îlots libériens primaires par une seule assise de fibres primitives qui se cloisonnent de bonne heure pour fournir très peu de bois et de liber secondaires.

Racines latérales. — Le parallélisme de structure se continue : Parenchyme cortical collenchymatoïde dans la zone externe, partiellement lignifié à la base. Quatre lames ligneuses primaires et quatre cordons libériens limitant une large moelle ; productions libéro-ligneuses secondaires sur les faces internes et latérales du liber primaire.

HYCOTYLE. — Épiderme sans stomates avec poils, 3, 4-cellulaires du type *n*-cellulaires capités. Écorce amylière un peu plus épaisse que celle de la radicule ; cylindre central construit comme celui de la radicule avec productions libéro-ligneuses un peu plus abondantes.

TIGE. — Couronne libéro-ligneuse continue sur toute la longueur de la tige adulte avec péricycle cellulosique, d'épaisseur variable conservant longtemps la propriété de cloisonner certaines de ses cellules internes pour donner des tubes criblés ; tissu criblé en îlots séparés par des cellulés parenchymateuses ; vaisseaux ligneux en files radiales entremêlées de parenchyme abondant ; fibres primitives internes collenchymatoïdes. — Parenchyme cortical et médullaire riche en amidon, collenchymateux sous l'épiderme, parsemé de paquets de sclérenchyme ou de sclérites isolés. — Épiderme à deux formes de poils, tri-cellulaires et *n*-cellulaires terminés par une cellule sphérique sécrétrice.

FEUILLE. — *Pétiole.* — Dès la base, trois cordons vasculaires d'inégales dimensions disposés sur un arc à bords involutés parfois réunis en un arc continu, entourés sur leur face externe par une bande du tissu criblé en îlots ; fibres primitives externes et internes collenchymatoïdes abondantes, surtout dans la concavité formée par le bois. — Parenchyme collenchymateux sous l'épiderme, lignifié à la face externe du système conducteur dans la feuille âgée. — Épiderme à cellules prismatiques ; pas de stomates, poils des deux formes très abondants. Près du limbe, les bandes libéro-ligneuses s'étalent et se rapprochent en arc continu avant d'émettre la première nervure de deuxième ordre.

LIMBE. — Cellules ondulées, plus petites dans tous les sens à la face externe qu'à la face interne. Poils des deux formes. Stomates sur la face externe seulement (fig. 63). Mésophylle bifacial : une assise de cellules palissadiques, tissu lacuneux formé de cellules très rameuses sous l'épiderme externe ; nombreuses cellules tannifères, surtout autour des nervures. Beaucoup de stomates sont placés au sommet de petites proéminences de la surface. — Nervure médiane à section passant graduellement de la forme éventail à la forme ovale, sans présenter de particularités de structure.

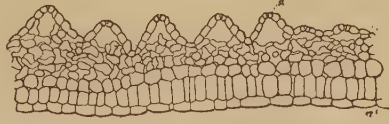


Fig. 63. — *Cortusa Malthioli*. Section transversale demi-schématique de la feuille : st, stomates ; ep. i, épiderme interne.

HAMPE FLORALE. — Structure identique à celle de *P. sinensis*.

BRACTÉE FLORALE. — Cellules épidermiques comme dans la feuille avec quelques stomates à la face interne. Parenchyme à peine bifacial, lacuneux sur toute l'épaisseur, ne comprenant que trois ou quatre assises de cellules très rameuses, sous l'épiderme externe. Nervure médiane ramifiée (angles très aigus), les nervures supérieures se terminant en hydathode dans les dents de la bractée.

PÉDONCULE FLORAL. — Structure analogue à celle de la hampe avec dix ou douze faisceaux.

Parcours des faisceaux dans le receptacle floral identique à ce que nous avons vu dans le genre *Primula*.

CALICE. — Cellules épidermiques allongées ou isodiamétriques à cuticule ornée de petites stries parallèles, très serrées et dirigées en tous sens. — Stomates circulaires très nombreux. — Poils *n*-cellulaires, à cellules basilaires beaucoup plus larges que les apicales.

GRAINE. — Comme *P. sinensis*.

8. — KAUFMANNIA Regel.

Une espèce du Turkestan.

K. Semenowi Regel.

RACINE. — *Racine latérale.* — Le rhizome du *Kaufmannia* est recouvert de racines latérales ayant environ 2 millimètres de diamètre à leur insertion (fig. 64). Assise pilifère en grande partie conservée subérifiée. Parenchyme cortical homogène, membranes

légèrement épaissies, amidon abondant; assises interne et externe subérifiées — Péricycle recloisonné sur tout son pourtour, *fournissant du liber secondaire contre le liber primaire* (fig. 63). Faisceaux

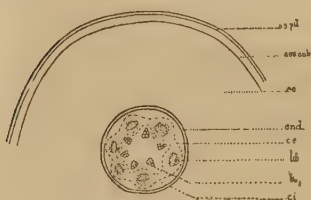


Fig. 64. — *Kaufmannia Semenowi*. Coupe transversale schématique d'une racine adventive; *ce*, cambium externe; *ci*, cambium interne.

volumineuses et plus arquées que la médiane. Fibres primitives péri-desmiques internes et externes abondantes à parois cellulósiques. Tissu criblé en îlots séparés par de grandes cellules parenchyma-

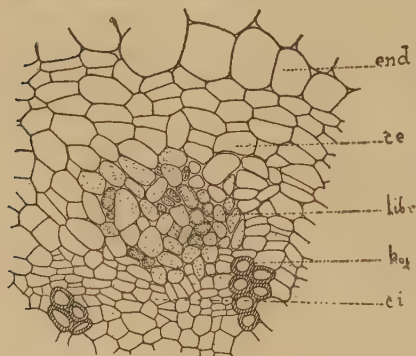


Fig. 65. — *Kaufmannia Semenowi*. Région périphérique du cylindre central montrant le cambium externe et interne.

tri-cellulaires et poils *n*-cellulaires; sur la face externe stomates très abondants. — Mésophylle bifacial: une assise de cellules palissadiques et environ cinq assises de cellules rameuses sous l'épiderme externe. Nervation comme *P. sinensis*. Faisceau médian à section transversale demi-circulaire vers le milieu de la feuille, vaisseaux du bois en files radiales entremêlées de parenchyme conducteur, les autres éléments comme dans le pétiole.

HAMPE FLORALE. — Comme *P. sinensis*.

ligneux primaires au nombre de dix. Faisceaux libériens plus volumineux et plus externes que les précédents. — Moelle parenchymateuse amylofère.

Nous n'avons pu étudier la tige de cette plante rarissime.

FEUILLE. — *Pétiole*. — A la base, section demi-circulaire. Épiderme avec poils; parenchyme cortical partiellement sclérifié. — Trois bandes libéro-ligneuses arquées disposées sur trois quarts de cercle, les deux latérales plus

volumineuses et plus arquées que la médiane. Fibres primitives péri-desmiques internes et externes abondantes à parois cellulósiques. Tissu criblé en îlots séparés par de grandes cellules parenchymateuses tannifères. Le bois de la bande médiane ne comprend qu'un pointement ligneux primitif, les bandes latérales quatre ou cinq.

Cette structure varie peu sur toute la longueur du pétiole: la sclérification n'existe plus au sommet, une gaine endodermique enveloppe tout le système conducteur dont les lames libéro-ligneuses rapprochées sont disposées sur un arc beaucoup plus ouvert.

LIMBE. — Cellules épidermiques ondulées. Poils courts

GRAINE. — Structure typique. Cellules superficielles du tégument externe très volumineuses. La largeur des cellules en section atteint $175\ \mu$.

On voit par cette description que *Cortusa Matthioli* et *Kaufmannia Semonowii* ont une structure tout à fait semblable, les différences qui les séparent étant du domaine des variations individuelles que peuvent présenter des plantes de même espèce. Les caractères morphologiques qui séparent ces deux genres du genre *Primula* (*P. sinensis*), sont de faible importance : les filets staminaux y sont insérés tout à fait à la base du tube de la corolle, tandis que les Primevères ont leurs étamines insérées beaucoup plus haut.

9. — ARDISIANDRA Hook.

Une espèce du Kameroun et de Fernando-Po.

A. sibthorpioides Hook.

Nous n'avons pu étudier que la feuille de cette plante rarissime.

FEUILLE. — Trace foliaire du pétiole unifasciculée ayant la même composition que dans *P. sinensis*.

LIMBE. — Cellules épidermiques ondulées. Stomates et poils capités des deux formes sur la surface externe comme *P. sinensis*.

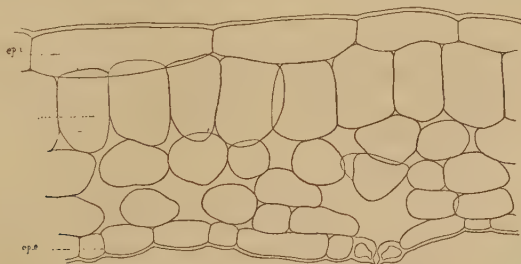


Fig. 66. — *Ardisiandra sibthorpioides*. Coupe transversale du limbe foliaire; *ep. i*, épiderme interne; *ep. e*, épiderme externe.

Mésophylle bifacial très mince : une assise de cellules palissadiques larges, deux assises de cellules rameuses (fig. 66).

10. — SOLDANELLA L.

Quatre espèces critiques que l'on peut ramener à une seule.

S. alpina L.

RACINE LATÉRALE. — Écorce épaisse. Cylindre central à quatre lames ligneuses primaires; productions secondaires réduites. Assise pilifère tardivement lignifiée, assise subéreuse à membranes épaissies, parenchyme cortical bourré d'amidon. Faisceaux ligneux et libériens primaires ne comprenant qu'un petit nombre d'éléments; bois et liber secondaires développés à la face interne du liber primaire et dans les rayons.

RADICELLES. — Structure binaire, lame ligneuse primaire bipolaire (fig. 67).

TIGE. — *Rhizome.* — La portion de tige qui émerge du sol est très courte; cet organe est presque entièrement rhizomateux, il est

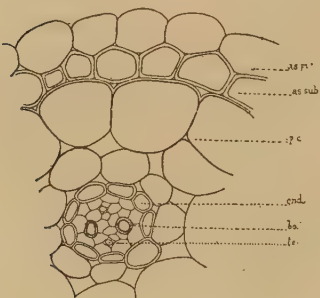


Fig. 67. — *Soldanella alpina* L. Coupe transversale d'une radicelle : *as. pi.*, assise pilifère; *as. sub.*, assise tubéreuse; *pc*, parenchyme cortical; *end.*, endoderme; *v.*, vaisseau; *tc*, tissu criblé.

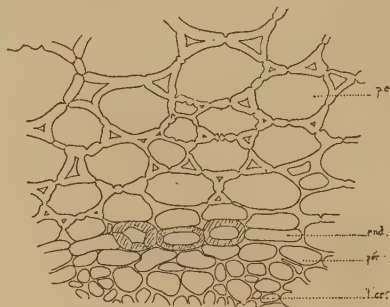


Fig. 68. — *Soldanella alpina* L. Tige: coupe transversale dans la région interne de l'écorce; *pc*, parenchyme cortical épaissi.

court, peu ramifié et présente parfois un aspect moniliforme avec des portions étroites et d'autres plus épaissies.

Épiderme sans stomates; quelques poils courts tri-cellulaires. Parenchyme cortical épais à parois épaissies, amylofère (fig. 78), endoderme à parois épaissies et lamelle moyenne subérifiée. — Système conducteur en couronne continue: péricycle mince, cellulosique; tissu criblé formé de trois petits îlots séparés par de larges cellules parenchymateuses; cambium continu; bois beaucoup plus épais que le liber, parenchymateux dans la région interne. — Moelle parenchymateuse renfermant des îlots de sclérenchyme.

Dans les régions épaissies de la tige, le système conducteur est plus développé, par suite de l'insertion des racines latérales, loca-

lisées en ces points ; le parenchyme médullaire est plus riche en sclérenchyme.

Tige, sous l'insertion de la hampe florale. — Mêmes régions que dans le rhizome ; épiderme sans stomates avec poils courts d'autant plus nombreux qu'on s'approche du sommet de la tige. — Écorce très épaisse collenchymateuse sous l'épiderme, sériée radialement dans la région interne, riche en amidon ; endoderme subérifié normal. — Péricycle cellulosique comprenant de une à trois assises de cellules, tissu criblé en ilots plus volumineux que dans le rhizome. Bois souvent interrompu et d'épaisseur variable, riche en parenchyme dans les régions jeunes. — Moelle purement parenchymateuse au sommet, développant graduellement des sclérites épars d'abord, formant plus bas un paquet sclérenchymateux central.

FEUILLE. — Pétiole. — Au milieu, section circulaire légèrement aplatie dans le plan du limbe, prolongements aliformes rudimentaires.

Épiderme parsemé irrégulièrement de stomates et de poils courts capités. Parenchyme collenchymatoïde sous l'épiderme ; endoderme subérifié normal. — Système conducteur *concentrique*. A la périphérie, deux assises de fibres primitives cellulosiques ; tissu criblé enveloppant complètement le bois, compact de vaisseaux formés sous le liber, puis, entremêlés de parenchyme conducteur et plus ou moins écrasés.

Au sommet, l'aplatissement de la face interne s'accuse, et les deux ailes se continuent avec le limbe. De chaque côté du système libéro-ligneux, se détache un faisceau à liber en fer à cheval.

LIMBE. — Cellules épidermiques à contours légèrement sinueux plus petites à la face externe qu'à la face opposée. Poils d'une seule forme, courts, sur les deux faces. Stomates très nombreux sur la face externe seulement. — Mésophylle bifacial ; tissu palissadique épais comprenant ordinairement trois assises de cellules longues à chloroplastes volumineux ; cellules du parenchyme lacuneux très rameuses et allongées tangentiellement. A la base du limbe, en regard de la nervure médiane, le parenchyme est prismatique ; au sommet du limbe, le parenchyme lacuneux devient plus compact. — Nervure médiane à section encore circulaire vers le milieu du limbe ; le liber est en croissant embrassant fortement le bois composé de files radiales de vaisseaux et de parenchyme conducteur. A leur extrémité, les nervures principales se renflent et s'étalent, le liber y entourant complètement le bois.

HAMPE FLORALE. — Structure normale. Cellules épidermiques à parois très épaisses. Stomates et poils. Parenchyme cortical chloro-

phyllien très lacuneux et tannifère, collenchymatoïde sous l'épiderme, prismatique vers l'intérieur, endoderme présentant une tendance à la lignification. — Péricycle lignifié épais. Faisceaux libéro-ligneux inégaux en nombre variable (14 22) à liber étalé latéralement. — Parenchyme médullaire, se lignifiant tardivement à la périphérie et dans les rayons au contact du péricycle, de manière à envelopper d'une gaine sclérifiée les faisceaux libéro-ligneux.

BRACTÉE FLORALE. — Cellules épidermiques légèrement ondulées, stomates peu abondants. Poils courts distribués sur toute la surface : Parenchyme cylindrique : autour de la nervure médiane, endoderme subérifié : Nervure médiane à section elliptique : une assise de fibres péridermiques : assise génératrice active au moment de l'anthèse, fournissant surtout du bois formé d'un petit nombre de vaisseaux sériés radialement.

PÉDONCULE FLORAL. — Structure formant le passage entre le type *Primula* et le type *Lysimachia*, les faisceaux libéro-ligneux étant tantôt distincts, tantôt confluent en arcs plus ou moins étendus. Même histologie que la hampe. Faisceaux libéro-ligneux en nombre variable ; bois à vaisseaux fort peu nombreux, les premiers formés, écrasés de bonne heure au milieu d'abondantes fibres primitives internes.

CALICE. — Épiderme à cellules allongées pourvues de parois radiales rectilignes ; stomates abondants et poils tri-cellulaires courts. Mésophylle lacuneux, formé de cellules à section arrondie, lacunes longitudinales en fuseau ; chloroplastes très abondants. Nervure médiane à section presque circulaire jusque vers le milieu du limbe ; terminaison en hydathode au sommet.

COROLLE. — Cellules épidermiques à parois ondulées au-dessus de l'insertion des étamines ; papilles coniques ; poils capités courts en petit nombre. Mésophylle assez épais à la base et dans la région des nervures (sept à neuf assises).

Dans ces régions, les cellules sont cylindriques sous l'épiderme, rameuses et très allongées au milieu. En dehors des nervures et dans la région du limbe, les cellules sont rameuses dans le plan du limbe.

Le système conducteur est identique à celui des Primevères ; les staminodes ne reçoivent pas de faisceau libéro-ligneux.

ÉTAMINE. — Le filet présente sur sa face externe des proéminences constituées par un parenchyme très lacuneux. La section transversale est elliptique et un peu aplatie du côté interne. Tout le reste comme dans les Primevères.

PISTIL. — Paroi ovarienne : cellules épidermiques externes poly-

gonales de face, peu allongées, stomates nombreux. Cellules épidermiques internes étroites et allongées. Parenchyme très riche en protoplasme dans la moitié externe, à cellules aplaties tangentiellement dans la zone interne. Dix faisceaux libéro-ligneux et leurs ramifications. Style à structure normale.

Faisceaux placentaires concentriques au nombre de cinq à huit dans le pédicelle, se ramifiant en gerbe dans toute la masse ovulifère formée par un parenchyme amylicifère à noyaux volumineux se prolongeant dans le canal styloïde au tiers de sa hauteur.

Nous avons étudié la structure des trois autres espèces de *Soldanella* : *S. montana* L., *S. minima* Hoppe, *S. pulchra* Baumg. ; aucune différence anatomique n'est appréciable. Au point de vue morphologique, l'examen d'un grand nombre d'individus de ces différentes espèces nous permet d'affirmer que ces espèces sont insuffisamment définies, qu'elles sont plutôt des variétés d'une espèce unique, *S. Alpina* L.

11. — POMATOSACE Maxim.

Une seule espèce des prairies alpines de la province de *Kan-Su* (Chine).

P. Filicula Maxim.

RACINE LATÉRALE. — A l'état adulte, sauf l'endoderme, l'écorce tout entière est exfoliée. Péricycle recloisonné tangentiellement, de manière à donner un parenchyme secondaire sérié radialement. Bois primaire formant une lame losangique bipolaire centrale, entourée par une double couronne épaisse de productions libéro-ligneuses secondaires. Tissu criblé et bois secondaires deux massifs de chaque côté de la lame ligneuse ; en face des pointements ligneux, parenchyme secondaire radialement sérié.

(Nous n'avons pu étudier la racine principale ni la tige de cette espèce rarissime).

FEUILLE. — Cellules épidermiques à contours fortement sinueux, sauf au-dessus des nervures où ils sont rectilignes (fig. 69) ; stomates abondants sur les deux faces ; deux formes de poils : entre les nervures, poils courts, capités, au-dessus des nervures, poils très longs, capités. — Mésophylle nettement bifacial : vers la face interne, deux assises de tissu palissadique, longues et compactes occupant le tiers de l'épaisseur de la feuille, vers la face externe, du parenchyme plus lacuneux à mesure qu'on approche de l'épiderme externe. Dans la région de la nervure médiane, parenchyme prismatique sérié radia-

lement sous la nervure médiane, autour de laquelle il forme un endoderme normal subérifié. Nervure médiane à section presque circulaire à la base, devenant ovale vers le sommet. A la périphérie, du côté interne et du côté externe, plusieurs assises de fibres primitives collenchymatoïdes; tissu criblé à section en croissant, d'aspect collenchymatoïde; bois à section elliptique, vaisseaux com-

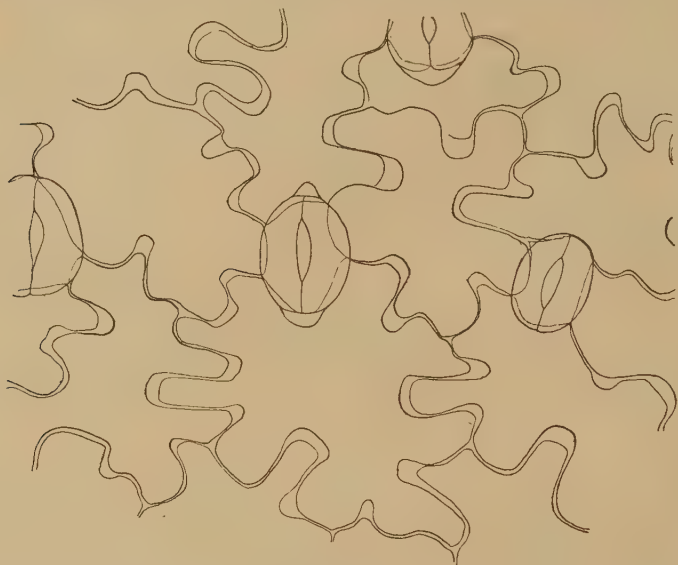


Fig. 69. — *Pomatosace Filicula*. Épiderme externe de la feuille vu de face (gr. = 400).

pacts formant un ensemble en fer à cheval entourant une masse interne formée de vaisseaux et de fibres primitives entremêlées.

HAMPE FLORALE. — Structure normale. Épiderme avec poils courts et quelques stomates. — Parenchyme cortical chlorophyllien sérié radialement dans la zone interne. Péricycle à plusieurs assises de fibres primitives cellulósiques. Faisceaux libéro-ligneux distincts au nombre de neuf disposés sur un cercle, à section inégale, ovale, allongée radialement; tissu criblé collenchymateux, en croissant, séparé du bois par plusieurs assises de cellules cambiales; bois sérié radialement.

BRACTÉE FLORALE. — Épiderme à cellules ondulées, stomates nombreux sur les deux faces et poils des deux formes déjà citées. Mésophylle bifacial; tissu palissadique comprenant tantôt une, tantôt deux assises palissadiques, longues et lâchement unies; tissu lacuneux de même épaisseur que le tissu précédent, à cellules rameuses

dans le sens tangentiel. Nervure médiane à section flabelliforme à la base, ovale vers le milieu et le sommet; fibres primitives entourant toute la nervure sur assise seulement; tissu criblé primaire très mince ne comprenant qu'une rangée de petits groupes d'éléments criblés, tissu criblé secondaire abondant, plus ou moins sérié radialement.

CALICE. — Structure nettement bifaciale. Épiderme : cellules polygonales de face, à contours rectilignes, cuticule à stries très marquées, sinueuses, interrompues; parois externes épaissies. Poils et stomates comme dans la feuille, presque toutes les cellules sont tannifères. Mésophylle plus épais au sommet qu'à la base. A la face interne, en général deux assises de cellules palissadiques bien serrées, puis un tissu parenchymateux prismatique à la base du calice, devenant lacuneux et plus épais vers le sommet. Chloroplastes très abondants dans toutes les cellules.

COROLLE. — Forme semblable à celle des *Androsace*.

Épiderme : cellules prismatiques à contours rectilignes, prolongées en papilles dans la gorge et à la face interne du limbe. Cuticule fortement striée à la face externe du limbe. Mésophylle formé de cellules parenchymateuses, allongées verticalement à la base et disposées sur trois rangs environ, devenant rameuses dans le limbe.

Dans l'anthère, sous l'épiderme, une assise de cellules à épaississements très marqués en U.

Pollen : grains elliptiques de face, à trois plis ayant chacun un pore à leur milieu. En section transversale, ces grains donnent un triangle équilatéral curviligne, les pores correspondant au sommet.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne.* — Épiderme externe : Cellules prismatiques polygonales de face, tabulaires, paroi externe très épaisse; cuticule à stries sinueuses interrompues. Stomates nombreux, elliptiques ou hexagonaux, entourés par quatre ou cinq cellules. Pendant la fructification toutes les parois s'épaississent et se lignifient fortement. Mésophylle plus mince à la base qu'au sommet. Cellules prismatiques allongées disposées sur trois assises environ, puis cellules polyédriques suivant quatre ou cinq assises.

OVULE. — Structure identique à l'ovule des *Primula* et *Androsace*.

En comparant les résultats de l'étude anatomique et morphologique du *Pomatosace Filicula* avec les résultats obtenus par l'étude du *P. rotundifolia* Franchet ou mieux encore par l'étude des *Androsace* de la section Pseudo-Primula, on est obligé de reconnaître des affinités très étroites. La structure du système conducteur du pétiole et du limbe, de la feuille, la forme des cellules épidermiques, la distribution et la forme des poils et des stomates sont

semblables de part et d'autre. La morphologie florale vient corroborer cette manière de voir. Une coupe longitudinale de la fleur de *Pomatosace Filicula* est tout à fait semblable à une coupe longitudinale d'une fleur d'*Androsace maxima* ou d'*Arotundifolio*. La forme de la feuille rappelle celle d'*Hottonia palustris*. La plante a pu vivre dans l'eau autrefois et être redevable à ce milieu de cette forme de la feuille.

En résumé, *P. Filicula* est voisin des *Primula* et *Androsace* et sert à relier les *Primulæ-Soldanellinæ*, de Pax aux *Primulæ* du même auteur.

12. — BRYOCARPUM Hook et Thoms.

Une espèce, endémique au Sikkim (Himalaya).

B. himalaicum Hook et Thoms.

RACINE. — *Racine latérale*. — Structure normale. Écorce amyli-fère; quatre faisceaux ligneux primaires. A la face interne du liber primaire, développement de faisceaux libéro-ligneux secondaires, moelle parenchymateuse homogène.

TIGE. — La tige de *Bryocarpum himalaicum* appartient au *type polystélisque* de M. Van Tieghem, à stèles plus ou moins fusionnées et possédant, en outre, sur leurs faces externes, dans leur région péricyclique, un système libéro-ligneux surnuméraire dans les points où s'insèrent des racines latérales (fig. 70).

Épiderme persistant malgré le diamètre croissant de la tige, avec poils capités courts et stomates. Parenchyme fondamental amyli-fère homogène de la périphérie au centre, donnant autour de chaque colonne libéro-ligneuse un endoderme subérifié normal.

FEUILLE. — La tige porte deux formes de feuilles : 1° celles qui sont réduites à une lame élargie et entourent la base de la tige; 2° les feuilles normales à limbe ovale, portées par un pétiole très élargi à son insertion.

Feuille normale. — *Pétiole*. — Épiderme à cellules prismatiques et poils capités courts. Parenchyme prismatique à cellules très volumineuses. Système conducteur à *section circulaire*, formé par une *couronne libéro-ligneuse* à symétrie bilatérale peu ou point accusée entourant un parenchyme central homogène.

Limbe. — Cellules épidermiques polygonales et isodiamétriques vues de face, stomates et poils capités courts très abondants sur les deux faces. — Mésophylle bifacial épais, à tissu lacuneux particu-

lièrement développé; une assise de cellules palissadiques; cellules rameuses laissant entre elles des lacunes volumineuses. — Nervure médiane: vers le milieu, section encore circulaire à liber enveloppant en partie le bois, une assise de fibres primitives externes, tissu criblé abondant à section en large croissant, bois formé de files radiales de vaisseaux entremêlés de parenchyme.

Feuilles basilaires. — Section plan-convexe très aplatie. Épi-



Fig. 70. — *Bryocarpum himalaicum*. Tige : coupe transversale schématique : ép, épiderme; tr. fo, trace foliaire; r. rad, réseau radicifère; lb, lame libéro-ligneuse normale recourbée; ra, racine latérale.

derme et mésophylle comme dans le pétiole; nervures comme dans le limbe de la feuille.

HAMPE FLORALE. — Structure normale avec réduction considérable de l'écorce, tandis qu'au contraire le péricycle et la moelle sont très épais. Épiderme à stomates volumineux et abondants ainsi que les poils. — Parenchyme cortical collenchymateux, mince; péricycle épais à cellules lignifiées de large diamètre; environ quinze faisceaux libéro-ligneux distants et peu volumineux. Liber étalé en arc dépassant le bois latéralement, petit nombre de vaisseaux à large diamètre. Moelle parenchymateuse homogène.

Ovules très nombreux attachés au placenta par un court funicule inséré vers leur milieu, présentant une tendance à la campylotropie. Structure typique normale avec deux téguments bi et trisériés

GRAINE. — Tégument interne : deux assises de cellules, l'externe non prolongée en papilles, l'interne oxalifère à parois épaissies ; tégument externe : trois assises de cellules aplaties.

ALBUMEN. — Cellules polyédriques, en grande partie allongées radialement, comme pour mieux conduire vers l'embryon les substances de réserve, autour de l'embryon, cellules complètement vidées et écrasées.

Embryon constitué par les deux cotylédons étroitement appliqués l'un contre l'autre par un axe hypocotyle terminé par un sommet végétatif de racine. L'écorce de l'hypocotyle est divisée en deux zones, l'externe comprenant des cellules en séries concentriques, l'interne des cellules en séries radiales et concentriques. Le cylindre central est formé par un cylindre de méristème vasculaire dont le cloisonnement est plus actif au centre qu'à la périphérie. Bien avant la séparation des cotylédons, ce cylindre vasculaire se dédouble en deux lames plan-convexes qui se continuent dans les cotylédons.

L'anatomie de la feuille, de la hampe florale, du pédoncule et des différentes parties de la fleur et du fruit sont en accord parfait avec les caractères morphologiques en ce qui concerne les affinités du *G. Bryocarpum* avec le *G. Soldanella*. Les résultats fournis par l'anatomie de la tige sont insuffisants à cet égard.

13. — HOTTONIA L.

Deux espèces : *H. palustris* L. dans les fossés et les cours d'eau lents de l'Europe et de la Sibérie occidentale, *H. inflata* Ell. dans la région atlantique de l'Amérique du Nord.

H. palustris L.

RACINE. — *Racine latérale*. — Structure primaire normale avec trois à six faisceaux ligneux et libériens, suivant le diamètre.

Assise pilifère subérifiée. Écorce épaisse à cellules toutes serties radialement, sauf celles de l'assise externe ; parois très minces.

Cylindre central sans moelle dans les racines tripolaires ($d=0^{\text{mm}}7$), sans productions libéro-ligneuses secondaires.

TIGE. — La vie aquatique modifie profondément la structure de la tige, surtout quant à l'appareil conducteur, dans lequel le nombre des vaisseaux est extrêmement réduit et le parenchyme vasculaire non lignifié.

Épiderme à cellules prismatiques entremêlées de très nombreux poils courts capités. Parenchyme cortical compact dans la région

externe, creusé dans la région moyenne de nombreuses lacunes allongées verticalement en fuseau, et de nouveau compact et sérié

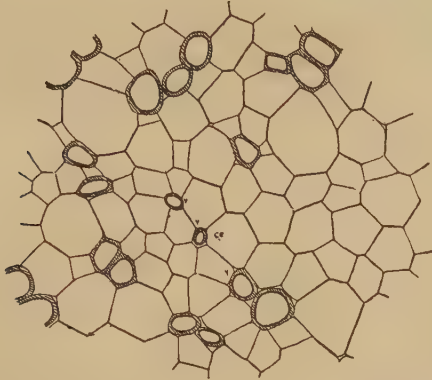


Fig. 71. — *Hottonia palustris*. Coupe transversale de la région centrale d'une tige submergée jeune : ce, centre de la tige ; vv, vaisseaux (gr = 400).

radialement dans la région interne ; pas d'endoderme différencié. — On doit considérer le cylindre central tout entier comme formant le système conducteur : Péri-cycle mince et cellulosique ; liber en couronne continue d'ilots disséminés au milieu du parenchyme libérien. Bois : à la périphérie, couronne compacte de larges vaisseaux limitant un cylindre parenchymateux parsemé de vaisseaux primitifs plus ou moins écrasés (fig. 71).

Ce que nous venons de dire a trait à la portion de tige dressée dans l'eau. Dans la partie enfouie dans la vase, le système vasculaire est plus riche en vaisseaux dont l'ensemble remplit presque complètement la région centrale médullaire.

Dans les bourgeons axillaires on voit parfaitement le bois se développer à partir du centre du cylindre central (fig. 72).

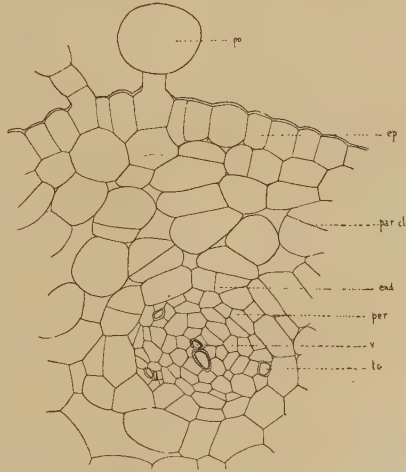


Fig. 72. — *Hottonia palustris*. Coupe transversale d'une tige encore enfermée dans le bourgeon axillaire ; v, vaisseaux développés au centre du cylindre central (gr. = 400).

FEUILLE. — Épiderme : dans la région de la nervure médiane, cellules pérismatiques, dans la région des lobes, cellules allongées à contours légèrement sinueux, parsemées de stomates très nombreux et de poils courts peu nombreux. Mésophylle : de chaque côté de la nervure médiane, une grande lacune en fuseau entourée de parenchyme prismatique ; dans les lobes, parenchyme bifacial comprenant une assise de cellules légèrement palissadiques et deux assises de cellules tabulaires. Nervure médiane : section en fer à cheval à la base, le liber embrassant latéralement le bois ; fibres péridermiques externes cellulodiques ; sur une assise, tissu criblé formé d'un arc d'îlots criblés, séparés par du parenchyme libérien ; bois formé par une lame tangentielle de vaisseaux à large diamètre.

HAMPE FLORALE. — Sous l'insertion des premières fleurs, la hampe florale présente la même structure que toutes les hampes examinées précédemment. Épiderme à cellules prismatiques biseautées, avec stomates et poils des deux formes observées dans le *G. Primula*, poils capités longs et courts. Parenchyme cortical prismatique, à endoderme partiellement lignifié. Péricycle mince et cellulodique ; faisceaux libéro-ligneux au nombre de quinze à vingt, tissu criblé compact, bois composé de vaisseaux et de parenchyme médullaire prismatique.

BRACTÉE FLORALE. — Épiderme semblable sur les deux faces ; cellules prismatiques à la base et vers la nervure médiane, à parois courbes ou légèrement sinueuses vers le sommet : stomates circulaires, poils courts plus nombreux à la face interne. — Mésophylle prismatique homogène. Appareil conducteur très réduit, à éléments libériens et ligneux identiques à ceux de la hampe.

PÉDONCULE FLORAL. — Type de structure caractérisé par l'interruption du péricycle entre les faisceaux, fait unique dans la famille des Primulacées. Cette interruption est un argument de plus pour considérer le péricycle de ces plantes comme appartenant au système conducteur et non au parenchyme conjonctif du cylindre central.

Cellules épidermiques, stomates et poils identiques à ceux de la hampe florale, les poils nombreux, surtout à la base de la fleur. — Parenchyme cortical prismatique, amylofère. — Péricycle discontinu, mince, interrompu entre les faisceaux libéro-ligneux au nombre de sept ou huit. — Parenchyme médullaire prismatique creusé d'une lacune circulaire axile bien délimitée.

Le parenchyme cortical passe directement au parenchyme médullaire et sans qu'il y ait la moindre limite dans la région péricyclique. Ce fait met en doute l'autonomie du cylindre central.

CALICE. — Cellules épidermiques rectangulaires de face, à contours légèrement ondulés. Poils et stomates sur les deux faces et très nombreux. — Parenchyme prismatique à cellules inégales à la base, devenant tabulaires et très allongées vers le sommet. Une nervure médiane et deux nervures marginales qui se ramifient faiblement dans le tiers supérieur du limbe.

COROLLE. — Cellules épidermiques rectilignes à la base des pétales, devenant ondulées dans la partie libre des pétales ; stomates très nombreux sur les deux faces, poils abondants à la face interne vers la base, et à la face externe dans la région supérieure.

Pollen en grains ellipsoïdes ($A = 32 \mu$; $a = 18 \mu$).

PISTIL. — *Paroi ovarienne.* — Même structure que *Primula sinensis*. Épiderme interne lignifié et épaissi au moment de la fructification. Parenchyme comprenant environ cinq assises de cellules.

Graine bitégumentée. Tégument externe : assise superficielle prolongée en papilles, assise sous-jacente à parois épaissies, chaque cellule renfermant plusieurs petits cristaux d'oxalate de calcium. Albumen oléagineux à cellules isodiamétriques à parois très minces.

Embryon relativement volumineux par rapport à la graine, hypocotyle cylindrique, cotylédons courts à structure normale ; *cylindre central très étroit*, fait en corrélation avec l'absence de moelle proprement dite dans la tige.

Dans l'étude des genres *Pomatosace*, *Soldanella* et *Bryocarpum*, nous avons vu l'importance qu'il faut accorder en systématique à l'anatomie de la feuille des tiges florales et des différentes pièces de la fleur. La même remarque s'impose au sujet d'*Hottonia palustris* L. Le genre *Hottonia* constitue à lui seul une tribu spéciale pour beaucoup de morphologistes ; mais si l'on tient compte de l'influence du milieu aquatique, il devient tout à fait nécessaire de rapprocher le genre *Hottonia* du genre *Primula* et peut-être même d'en faire une espèce de ce genre : *Primula palustris*. Baillon était arrivé à cette conclusion, mais il n'a pas été suivi (1).

14. — SAMOLUS L.

Huit espèces. *S. Valerandi* L. ubiquiste, les autres sur les côtes de l'hémisphère sud, deux s'élevant jusque dans le sud des États-Unis.

(1) Baillon, 1892, *Histoire des plantes*, t. XV, p. 318.

S. Valerandi L.

RACINE. — *Racine principale.* — Structure binaire typique. *Racine latérale.* — Structure primaire normale à trois ou quatre lames ligneuses se rejoignant au centre et liber très réduit; vaisseaux secondaires formant, avec le bois primaire, un massif central cylindrique entouré par une couronne mince de tissu criblé secondaire, interrompu devant les lames ligneuses primaires où le péricycle s'est cloisonné plusieurs fois dans le sens tangentiel.

TIGE. — *Hypocotyle.* — Cylindre central identique à celui de la racine principale et dans son prolongement direct. Parenchyme cortical légèrement chlorophyllien.

Tige. — La section transversale d'un entre-nœud quelconque est circulaire et ne présente aucune variation notable sur toute la longueur de la tige, sauf en ce qui concerne l'épaisseur des différentes régions et la lignification du péricycle et du bois de moins en moins accusée de la base au sommet.

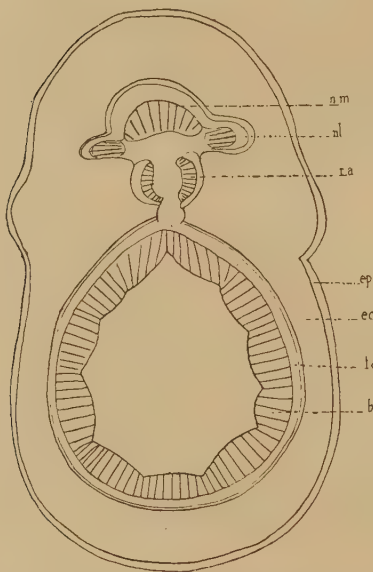


Fig. 73. — *Samolus Valerandi* L. — Coupe transversale schématisée de la tige dans une région nodale : *nm*, nervure médiane; *nl*, nervures latérales; *ra*, rameau axillaire; *ep*, épiderme; *ec*, écorce; *ac*, appareil criblé; *b*, bois.

Cellules épidermiques prismatiques, stomates très abondants. Poils courts, enfoncés, à extrémité libre discoïde. Parenchyme cortical cylindrique dans la zone externe, prismatique vers l'endoderme, subérifié d'abord, puis épaissi et même lignifié dans les régions âgées; chloroplastes très abondants dans la zone périphérique. Péricycle lignifié et épais, sauf au sommet de la tige où il est mince et cellulosique; tissu criblé en îlots séparés par des cellules de parenchyme; bois en couronne continue comme le tissu criblé à pointements ligneux

primitifs bien définis; vaisseaux en files radiales régulières séparées par des files de parenchyme lignifié. Au sommet, la couronne libéroligneuse se sépare en faisceaux distincts représentant autant de

traces foliaires. — Parenchyme central prismatique et homogène.

Aux nœuds la trace foliaire émet, dès son insertion sur le système conducteur de la tige, deux rameaux latéraux (fig. 73).

Il est à remarquer que fréquemment, les faisceaux ligneux du sommet ne sont pas en face des faisceaux libériens et que nous n'avons pas là des faisceaux libéro-ligneux bien définis (fig. 74).

FEUILLE. — *Cotylédon*. — Pétiole comme celui de *P. sinensis*. — *Limbe*. — Cellules épidermiques ondulées avec poils et stomates sur les deux faces, mais plus nombreux sur la face externe dont les cellules ont également des contours plus ondulés. Mésophylle presque homogène; sous l'épiderme interne, tendance à la différenciation palissadique; parenchyme légèrement lacuneux sous l'épiderme externe.

FEUILLE. — *Pétiole*: section biconvexe prolongée latéralement en deux ailes courtes. Cellules épidermiques prismatiques à extrémité en biseau, stomates et poils courts abondants sur les deux faces. — Parenchyme abondant, chlorophyllien sous l'épiderme formé de cellules à section arrondie; gaine endodermique autour de chaque faisceau. — Arc libéro-ligneux au milieu du parenchyme, à section semi-circulaire; très bas, s'insèrent deux petites nervures secondaires. Liber comprenant une assise de fibres primitives externes cellulósiques et un arc de tissu criblé en îlots enveloppant le bois formé de lames radiales de vaisseaux, séparées par des lames de parenchyme conducteur; fibres primitives internes abondantes.

Limbe. — Cellules épidermiques légèrement ondulées disposées radialement autour des poils enfoncés; stomates très nombreux. — Mésophylle: Autour de la nervure médiane également distante des deux épidermes, parenchyme prismatique homogène peu chlorophyllien; entre les nervures principales, mésophylle bifacial composé d'une assise de cellules palissadiques inégales et lâchement unies, et de quatre assises environ de cellules rameuses; cellules tannifères abondantes dans tout le mésophylle. — Nervure médiane présentant vers le milieu de la feuille la même constitution que dans le pétiole.

PÉDONCULE FLORAL. — Structure du type *Lysimachia* identique au-



Fig. 74. — *Samolus Valerandi* L.
— Tige: section transversale dans la région du sommet; end, endoderme; peri, péri-cycle; f. cr, fascicules de tissu criblé; bo, bois primitif (gr. = 400).

dessus et au-dessous de la bractée florale qui est insérée sur le pédoncule floral vers son milieu. Épiderme avec stomates et poils. Parenchyme cortical chlorophyllien homogène, péricycle sclérénchymateux, couronne libéro-ligneuse se partageant en dix faisceaux libéro-ligneux à la base de la fleur. De ces dix faisceaux, cinq se prolongent dans les pétales, y formant leur nervure médiane; les cinq autres se dédoublent au niveau de l'insertion de la corolle pour former les cinq pétalaires médians, et cinq faisceaux ovariens qui se prolongeront dans le style.

BRACTÉE FLORALE. — Cellules isodiamétriques ou allongées à contours rectilignes ou légèrement ondulés; stomates et poils abondants sur les deux faces. — Mésophylle homogène, parenchyme prismatique, chlorophyllien. Nervure médiane semblable à celle de la feuille végétative.

CALICE. — Épiderme comme dans la bractée florale. — Mésophylle beaucoup plus lacuneux. — Nervure médiane à section ovale, nervures marginales très réduites.

COROLLE. — Cellules prismatiques à contours rectilignes dans la portion gamopétale, à contours sinueux dans la partie libre où toutes sont prolongées en papilles à la face interne.

Parenchyme lacuneux plus mince (deux assises), entre les nervures qu'autour de celles-ci.

Nervures médianes concentriques sous l'insertion des étamines devenant collatérales au-dessus; nervures marginales collatérales dès la base.

ÉTAMINE. — *Filet.* — Cellules épidermiques prismatiques, ainsi que celles du parenchyme sous-jacent entourant un faisceau concentrique.

Anthère. — Cellules épidermiques ondulées. — Parenchyme mécanique à épaississements en U soudés par leurs courbures dans chaque cellule et localisés dans la région latérale de l'anthère, de chaque côté de la ligne de déhiscence; ailleurs, autour des sacs polliniques, épaississements spiralés, le reste du parenchyme connectif est riche en amidon sous forme de grains composés.

Dans l'anthère jeune, on distingue sous l'assise mécanique et autour des sacs polliniques, une assise nourricière qui diffuse après la division des cellules-mères du grain de pollen. Celles-ci naissent du cloisonnement d'une file verticale de cellules que l'on distingue dans l'anthère en voie de formation par leur volume et leur contenu protoplasmique très dense.

Pollen. — Grains ellipsoïdes renflés au milieu, à membrane externe ponctuée; trois plis, munis d'un pore en leur milieu (fig. 24).

PISTIL. — *Paroi ovarienne.* — Cellules épidermiques allongées, prismatiques, plus étroites à la face interne qu'à la face externe.

Mésophylle : sous l'insertion du périanthe, parenchyme chlorophyllien légèrement lacuneux bifacial : une assise de cellules palissadiques sous l'épiderme externe et généralement trois assises de cellules rameuses aplaties vers la face interne. Au-dessus de l'insertion du périanthe, bourrelet circulaire de parenchyme polyédrique. Dix faisceaux conducteurs à orientation indéterminée et liber enveloppant presque complètement le bois.

A l'époque de la maturité des graines, tout l'épiderme est lignifié, de même une partie du parenchyme de la région supérieure, d'abord sous l'épiderme externe, suivant une assise de cellules, puis deux, puis trois ; à la base du style, toute l'épaisseur de la paroi est également lignifiée.

Style. — Structure normale. Épidermes à cellules prismatiques, celles qui limitent la partie supérieure du canal prolongées en papilles. — Parenchyme externe mince chlorophyllien, parenchyme interne riche en protoplasme. — Cinq faisceaux collatéraux, prolongement des cinq nervures médianes.

Placenta. — Parenchyme prismatique régulier, dans le pédicelle, devenant plus ou moins cylindrique dans la région ovulifère, où il est chlorophyllien à la périphérie ; cellules épidermiques légèrement papilleuses. — Sept cordons libéro-ligneux concentriques à section inégale, quelques-uns d'entre eux provenant de la fusion de plusieurs faisceaux dans le réceptacle floral. — Pendant la fructification, les cellules du parenchyme augmentent considérablement de volume.

OVULE. — Tégument externe à deux assises de cellules tabulaires, l'externe tannifère ne recouvrant pas le sommet de l'ovule. Tégument interne à trois assises de cellules, celles de l'assise interne très allongées radialement, épaissies sur la face en contact avec le nucelle. Nucelle réduit au moment de la fécondation au sac embryonnaire.

GRAINE. — Structure typique ; tégument externe : l'assise superficielle formée de cellules tabulaires non papilleuses, l'assise sous-jacente oxalifère, chaque cellule renfermant plusieurs cristaux d'oxalate de calcium de dimensions et de formes très différentes, ces deux assises constituent le tégument externe ; tégument interne : trois assises de cellules, les deux externes tout à fait écrasées, la troisième formée de cellules tabulaires.

Le port des *Samolus*, leur mode de vie, les caractères morphologiques, sauf l'inferovarie, les caractères anatomiques et surtout ceux

tirés de la feuille et de la fleur, rapprochent ces plantes des *Lysimachioïdées*, tout en continuant de former une tribu distincte.

15. — LUBINIA L.

Quatre espèces groupées en deux sections.

Le genre *Lubinia* est très homogène. On le réunit fréquemment au genre *Lysimachia*.

SECTION I. — *Eulubinia*

L. spathulata Vent.

RACINE. — *Racine principale.* — Structure binaire typique à cylindre central étroit; lame ligneuse bipolaire très réduite et production hâtive de formations secondaires. Péricycle abondamment divisé devant les centres de différenciation ligneuse. Endoderme cloisonné radialement.

Racines latérales. — Six à huit lames ligneuses primaires entourées par un ensemble de vaisseaux secondaires et de parenchyme médullaire sclérifié; couronne libérienne continue à tissu criblé interrompu par des cellules cambiformes en face des pointements primaires.

HYPOCOTYLE. — Continuation de la structure binaire de la racine, avec transformation de l'épiderme et cloisonnement tangentiel du péricycle produisant du liber sur sa face interne.

Au delà de l'insertion des cotylédons dans une germination n'ayant pas encore d'autres feuilles, la tige qui fait suite à l'hypocotyle ne présente pas encore de cylindre central développé. Il y a deux faisceaux de procambium destinés aux troisième et quatrième feuilles.

TIGE. — Les entre-nœuds adultes ont la même structure que ceux du *Lysimachia Ephemerum* ou *L. vulgaris*. Système conducteur en couronne continue à pointements vasculaires nombreux, liber en couronne continue dont les éléments parenchymateux séparant les flots criblés se sclérifient, de manière à former un anneau de sclérenchyme accolé au péricycle et parsemé de faisceaux de tissu criblé. Parenchyme cortical chlorophyllien légèrement amylofère. Épiderme à cellules prismatiques, parois minces, allongées radialement. Stomates et poils d'une seule forme, courts à cellule terminale simple ou divisée perpendiculairement à la surface.

FEUILLE. — *Cotylédons.* — Épiderme bifacial, stomatés à la face externe seulement où les cellules sont allongées et très sinueuses. Mésophylle composé de cellules volumineuses prismatiques, différenciées en quelques points en cellules palissadiques.

Feuille adulte. Pétiole. — Face interne concave vers le milieu, section plan-convexe aux deux extrémités. Lame conductrice légèrement arquée et deux faisceaux à section ovale, tout à fait latéraux et s'insérant sur la nervure médiane à sa base. Endoderme subérifié normal et parenchyme chlorophyllien homogène. A la face externe de la nervure médiane, quelques fibres lignifiées.

Limbe. — Épiderme nettement bifacial. Cellules à contours rectilignes à la face interne, curvilignes ondulés à la face externe, celle-ci possédant des stomates nombreux et des poils courts peu abondants. Mésophylle bifacial. Deux assises de cellules palissadiques larges, parenchyme rameux très lacunaire. Nervure médiane à fibres primitives non lignifiées, liber en îlots criblés, vaisseaux ligneux en files flabelliformes.

PÉDONCULE FLORAL. — Section circulaire à la base, pentagonale au sommet. Couronne libéro-ligneuse continue, se partageant en dix faisceaux dans la région supérieure où le liber a une tendance à entourer le bois. Péricycle fibreux mince, parenchyme cortical chlorophyllien homogène. Épiderme avec stomates et poils nombreux.

Dans le réceptacle floral, parcours des faisceaux typiques, faisceaux placentaires insérés latéralement sur les dix faisceaux du pédoncule peu après leur divergence.

Pendant la fructification tout le parenchyme périfasciculaire du réceptacle floral se sclérifie fortement.

CALICE. — Poils et stomates sur les deux épidermes. — Mésophylle prismatique homogène peu méatique à la base, devenant rameux et très lacuneux vers le sommet. Poches sécrétrices volumineuses bordées par une assise de cellules volumineuses. Nervation peu ramifiée, nervure médiane et deux nervures latérales à section ovale et structure normale. Assise sous-épidermique tannifère.

COROLLE. — Sous l'insertion des étamines, épidermes et parenchyme prismatiques, ce dernier plus abondant autour des cinq nervures médianes à structure concentrique qu'autour des cinq nervures intercalaires à structure collatérale. Poils abondants sur la face interne. Au-dessus de l'insertion des étamines, parenchyme rameux latéralement et cellules épidermiques ondulées. Toutes les nervures et leurs ramifications sont collatérales. — Épidermes tannifères.

ÉTAMINE. — *Filet*. — Structure typique à faisceau concentrique.
Anthère. — Épiderme ondulé, parenchyme mécanique à épaississements en U et spirales; *pollen* ellipsoïde à trois plis, trois pores.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne*. — Mésophylle parenchymateux homogène plus épais au sommet qu'à la base; cinq faisceaux libéro-ligneux collatéraux, mal déterminés. Assises sous-épidermiques tannifères.

Style. — Structure normale. Épiderme dépourvu de poils et de stomates, parenchyme externe mince, cinq faisceaux, prolongement des cinq faisceaux ovariens et parenchyme conducteur entourant le canal stylaire.

PLACENTA. — Dans le pédicelle cinq ou sept faisceaux à bois externe ou latéral par rapport au liber et parenchyme prismatique à cellules disposées en files verticales. Dans la région ovulifère, prolongement des faisceaux qui se divisent et se courbent vers les ovules et parenchyme amylicifère et tannifère.

Ovule. — Structure typique normale (comme *P. sinensis*). Cette espèce nous a fourni une excellente préparation d'un ovule jeune montrant nettement la structure du nucelle, le développement et le cloisonnement tangentiel des deux téguments (fig. 30).

GRAINE. — Comme *P. sinensis*, assise superficielle à cellules tabulaires très longues non prolongées en papilles, à parois minces subérifiées, l'assise sous-jacente à parois cellulodiques épaisses ne laissant de lumière que les espaces occupés par plusieurs cristaux d'oxalate de calcium.

SECTION II. — *Coxia* Engler.

Lubinia atropurpurea Link et Otto.

L'anatomie de cette espèce diffère à peine de la précédente.

TIGE. — Épiderme à cuticule fortement striée, stomates et poils nombreux. Écorce mince. Péricycle épais, quatre ou cinq assises de cellules à membranes très épaisses. Tissu criblé en îlots étroits englobés dans le sclérenchyme. Bois groupé en traces foliaires correspondant souvent à trois cordons libériens. Moelle lignifiée à la périphérie.

FEUILLE. — Pétiole comme l'espèce précédente. Limbe : stomates très nombreux sur les deux faces. L'épiderme interne présente des cellules à contours rectilignes ou curvilignes légèrement ondulés. Poils clairsemés des deux côtés.

16. — *LYSIMACHIA* L.

Environ soixante espèces, habitant pour la plupart les zones tempérée et subtropicale de l'hémisphère Nord; quelques-unes viennent dans l'Afrique tropicale et au Cap, en Australie et dans quelques îles de l'océan Pacifique. Pax les a groupées en cinq sections.

Nous ferons la monographie anatomique d'une espèce appartenant à chacune de ces sections.

SECTION I. — *Ephemerum* Duby.*Lysimachia Ephemerum* L.

RACINE. — La racine principale n'a qu'une durée très faible, elle est bientôt suppléée par de nombreuses racines adventives qui naissent d'abord sur l'axe hypocotylé, puis sur les nœuds inférieurs de la tige principale et sur les rhizomes.

La structure est normale et binaire. Le bois primaire forme une lame bipolaire diamétrale. Le liber primaire est réduit à un petit nombre d'éléments criblés; à leur face interne se développent de bonne heure deux masses libéro-ligneuses secondaires.

Dans les racines latérales, le nombre des lames ligneuses primaires varie avec leur diamètre; celles insérées sur l'hypocotyle ayant 1 millimètre au moins de diamètre sont tripolaires, les autres sont 4, 5-polaires.

Les racines de toutes les espèces de *Lysimachia* se comportent de la même façon.

TIGE. — Vers le milieu d'un entre-nœud âgé complètement développé, une coupe transversale présente un épiderme avec stomates et poils, un parenchyme cortical chlorophyllien très méatistique, un système conducteur en couronne libéro-ligneuse continue présentant un grand nombre de pointements ligneux primaires, une moelle parenchymateuse homogène à lacunes volumineuses, séparées par un plan de cellules. A la base, il y a tendance à la formation d'un liège épidermique. Un entre-nœud de la région du sommet présente quatre faisceaux volumineux opposés deux à deux dans le plan des feuilles et quatre faisceaux plus petits, compris entre les premiers. Plus bas à la face interne du liber, qui dès le sommet forme un manchon continu, se développent des lames ligneuses entre les faisceaux foliaires cités plus haut.

FEUILLE. — Structure bifaciale. Épidermes à cellules ondulées; sur les deux faces stomates et poils tri-cellulaires à cellule terminale sphérique simple. Un rang de cellules palissadiques très longues et quatre ou cinq assises de cellules rameuses constituent le mésophylle, parcouru par une nervure médiane à section demi-circulaire; (liber normal, vaisseaux en éventail) et, par des nervures de plus en plus petites, à section ovalaire. Toutes les nervures sont enveloppées par une gaine de parenchyme conducteur qui prend les caractères d'une gaine endodermique dans les nervures importantes de la base.

Les feuilles basilaires ont une forme un peu différente des feuilles supérieures. Leur limbe s'atténue graduellement en une région pétiolaire étroite qui devient plus large à l'insertion. Les feuilles supérieures sont tout en limbe. La trace foliaire de ces feuilles primordiales comprend un arc libéro-ligneux médian qui émet déjà des rameaux latéraux avant la séparation de la feuille et deux faisceaux marginaux qui s'insèrent sur la tige à 60° environ de l'arc médian. Celui-ci se compose d'une lame de fibres primitives collenchymateuses, d'une lame de tissu criblé normal, d'une assise génératrice, d'une lame flabelliforme de vaisseaux dont les premiers formés sont épars au milieu d'une masse épaisse de fibres primitives collenchymatoïdes.

PÉDONCULE FLORAL. — Épiderme à cellules très épaissies sur leurs faces externes et internes, stomates et poils abondants. Parenchyme cortical chlorophyllien à cellules tannifères éparses. Système conducteur comprenant un anneau continu de liber à la face interne duquel se développent des files radiales de vaisseaux non groupés en faisceaux; moelle parenchymateuse. Le liber comprend : un péricycle plurisériel cellulosique à l'anthèse, des îlots de tissu criblé séparés les uns des autres par des fibres primitives identiques à celles du péricycle, toutes ces fibres se lignifient pendant la fructification, de même pour un certain nombre de cellules de la moelle.

Bractée florale. — La bractée florale est sessile, de forme triangulaire allongée. Cellules épidermiques légèrement ondulées et identiques sur les deux faces; stomates nombreux surtout dans la portion basilaire élargie; poils répartis sur toute la surface. Dans son ensemble, le parenchyme est rameux, cependant il y a formation sporadique des cellules palissadiques. La nervure médiane a dès la base une section ovalaire. Sa structure est celle des nervures de même calibre de la feuille.

CALICE. — Le mésophylle est riche en chlorophylle sans présenter de tissu palissadique. Les cellules épidermiques ne diffèrent pas de

celles de la feuille (fig. 75). Stomates extrêmement abondants, attestant l'intensité de la fonction respiratoire dans cet organe. Le système conducteur est formé d'une nervure médiane richement ramifiée et de deux nervures marginales simples. Les nervures ne présentent pas d'anastomoses.

COROLLE. — Structure homogène. Cellules épidermiques toutes tannifères, allongées et très ondulées. Deux sortes de poils : unicellulaires en massue ou *n*-cellulaires formant à la base du tube une couronne interne très dense.

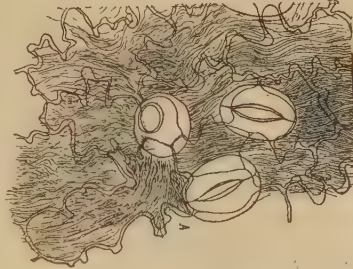


Fig. 75. — *Lysimachia Ephemerum* L.
Sépale : épiderme externe vu de face.

Dans le mésophylle, deux assises de cellules régulièrement rameuses sur leurs faces latérales, dans la région du limbe.

Nervation : dans le tube, dix faisceaux : cinq pétalaires médians concentriques, cinq intercalaires collatéraux. Au-dessus de l'insertion du faisceau staminal, les faisceaux concentriques deviennent collatéraux, tous se divisent une ou deux fois sans s'anastomoser.

ÉTAMINE. — *Filet* à faisceau unique concentrique, entouré par un parenchyme homogène et un épiderme dépourvu de stomates et de poils. — *Anthère* : cellules épidermiques isodiamétriques de face, poils courts, peu abondants; parenchyme mécanique à épaississements en U ouverts vers l'extérieur, dans la région avoisinant la ligne de déhiscence, et épaississements spiralés dans le reste de la portion mécanique du connectif; faisceau concentrique dans lequel la différenciation libéro-ligneuse n'atteint pas le sommet. — Pollen en grains ellipsoïdes réguliers à trois plis méridiens et trois pores vers leur milieu.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne.* — Mésophylle à parenchyme homogène, tabulaire, dont toutes les cellules du sommet s'épaississent et se lignifient pendant la fructification; dix faisceaux conducteurs collatéraux, cinq médians opposés aux sépalaires. Cellules épidermiques étroites et étirées longitudinalement à la face interne, régulièrement polygonales à la face externe. — *Style.* — Sous l'épiderme prismatique, mince couche de parenchyme prismatique, puis cinq faisceaux collatéraux très réduits, prolongement des cinq faisceaux médians et, autour du canal styloïde, couche de parenchyme conducteur. Pendant la fructification, formation de cinq cordons de sclérenchyme entre les faisceaux conducteurs.

Stigmate en pointe obtuse, papilles peu nombreuses autour de l'embouchure du canal stytaire.

Placenta. — Masse globuleuse de parenchyme amyli-fère et tannifère dans la périphérie de laquelle sont enchâssés les ovules.



Fig. 76. — *Lysimachia Ephemerum* L. Fruit : coupe transversale d'un faisceau placentaire inverse : *t*, *c*, tissu criblé; *b*, bois; *scl*, cellule scléreuse (gr. = 450).

Faisceaux conducteurs au nombre de six, sept, plus ou moins confluent et à bois externe (fig. 77).

Épiderme à poils tri-cellulaires courts abondants à la surface du pédicelle.

OVULE. — Deux téguments et nucelle ellipsoïde constitué par une file axile et une assise périphérique de cellules. Une cellule de la file axile s'accroît aux dépens des autres qui diffluent et sont absorbées; cette cellule devient le sac embryonnaire.

Pendant la maturation des graines, les cellules épidermiques internes de la paroi ovarienne deviennent lignifiées rayées, le paren-

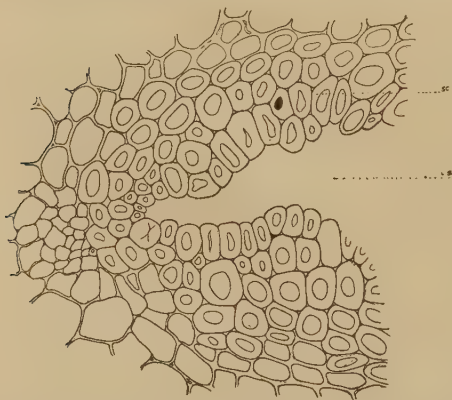


Fig. 77. — *Lysimachia Ephemerum* L. Fruit : coupe transversale à la base du style, *se*, parenchyme conducteur sclérifié; *cs*, canal stytaire.

chyme de la région supérieure devient également rayé, sauf en regard des nervures, où se fera la déchirure de la paroi. Le parenchyme conducteur se lignifie (fig. 77).

GRAINE. — *Tégument* dans lequel les deux assises externes de cellules proviennent du tégument externe de l'ovule, les autres du tégument interne. L'assise externe est colorée en brun, celle qui vient au-dessous a toutes ses cellules épaissies renfermant

plusieurs cristaux d'oxalate de calcium. Les suivantes sont vides et toutes écrasées. — Albumen cellulosique par les membranes épaissies des cellules, aleurique et oléagineux par leur contenu.

SECTION II. — *Lysimastrum* Duby.

Fleurs jaunes en panicule ou solitaires à l'aisselle des feuilles, filets plus courts que la corolle, libres ou unis entre eux à la base, toujours concrescents avec la corolle.

Lysimachia vulgaris L.

M. Kamienski a décrit avec soin l'anatomie de l'appareil végétatif. Après les avoir contrôlées, nous ne faisons que résumer ses observations en les précisant.

RACINE LATÉRALE. — Assise pilifère et écorce persistantes.

Cylindre central dont le rayon occupe environ le tiers du rayon total; liber en couronne très mince, bois en couronne épaisse formé par cinq lames ligneuses primaires complètement masquées par les vaisseaux secondaires formant un manchon dont le centre est occupé par une moelle tout à fait sclérifiée.

Les cellules épidermiques épaississent leurs membranes sur leur face externe, l'écorce riche en amidon est parsemée de cellules sclérifiées dans la zone interne.

TIGE. — Section circulaire cannelée. Épiderme portant des poils en grand nombre, poils tri-cellulaires, à cellule terminale simple ou divisée en deux et poils 5, 6-cellulaires à cellule terminale non différenciée, stomates rares, quelquefois l'épiderme est exfolié et remplacé par une mince couche de liège épidermique ou sous-épidermique.

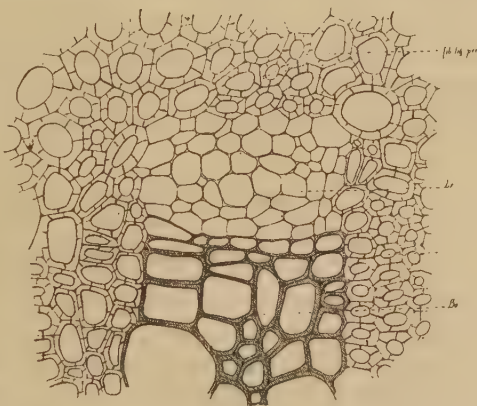


Fig. 78. — *Lysimachia vulgaris* L. Coupe transversale d'une partie du cylindre central dans un nœud âgé (gr. = 450); *fib. lign. per*, fibres ligneuses péricycliques; *li*, liber; *bo*, bois.

Parenchyme cortical cylindrique dans la zone externe, prismatique dans la zone interne, parsemé de cellules scléreuses et de grandes lacunes, cellules tannifères très abondantes; endoderme subérifié, et même sclérifié en certains points.

Système conducteur en couronne continue se divisant en faisceaux libéro-ligneux distincts au sommet en nombre n , triple du nombre des feuilles insérées aux nœuds, $n/3$ foliaires, $2n/3$ réparateurs par conséquent.

Péricycle scléreux comprenant une, deux assises de cellules toujours distinctes par leur forme et leur couleur des cellules scléreuses du bois (fig. 78).

Liber normal en flots distincts vers le milieu des entre-nœuds, en bandes continues dans les traces foliaires vers les nœuds. Bois normal, sclérenchyme abondant vers le milieu des nœuds, parenchyme conducteur cellulosique et fibres primitives en grande quantité aux nœuds.

FEUILLE. — Pétiole très court, à section convexe-concave, creusé d'un sillon à la face interne. Poils des deux formes, nombreux.

Parenchyme normal. Système conducteur en lame très étalée, étroite, se ramifiant avant la séparation du pétiole.

LIMBE. — Cellules épidermiques très ondulées, cuticule à stries parallèles ondulées très marquées. Stomates dans l'ensemble orientés perpendiculairement à la nervure médiane et poils des deux formes plus nombreux sur la face inférieure (300 stomates par millimètre carré).

Nervation pennée réticulée, nervure médiane terminée en hydathode, nervures de deuxième ordre réunies à la périphérie par des arcs marginaux. Mésophylle bifacial, une assise de cellules palissadiques, trois, quatre assises de cellules très rameuses.

SECTION III. — *Nummularia* Nyman.

Lysimachia Nummularia L.

RACINE LATÉRALE. — Structure normale. Poils absorbants très nombreux; après leur chute, subérification des membranes de l'assise pilifère. Parenchyme cortical sérié dans toute son épaisseur, sauf l'assise subéreuse; parois minces; amidon très abondant; endoderme normal. Cylindre central tétrapolaire; productions secondaires peu abondantes, presque exclusivement libériennes; parenchyme médullaire à parois minces, contenu protoplasmique.

TIGE. — Section 4-angulaire, deux côtés convexes les plus larges, deux côtés concaves très étroits. Cellules épidermiques volumineuses à parois épaissies, cuticule épaisse; stomates très petits, poils tricellulaires capités. Parenchyme cortical collenchymatoïde dans les ailes, chlorophyllien et amylofère, sérié radialement dans la zone

interne ; endoderme normal. Système conducteur à section elliptique avec grand axe orienté dans le plan de symétrie des feuilles supérieures ; couronne libéro-ligneuse continue. Péricycle uni ou bisérié ; tissu criblé typique à parois minces ; bois formé de vaisseaux et de parenchyme en séries radiales, quatre pointements primitifs faiblement indiqués.

FEUILLE. — *Pétiole* : section convexe-concave, avec deux prolongements aliformes. Nervure à section elliptique (fig. 79).

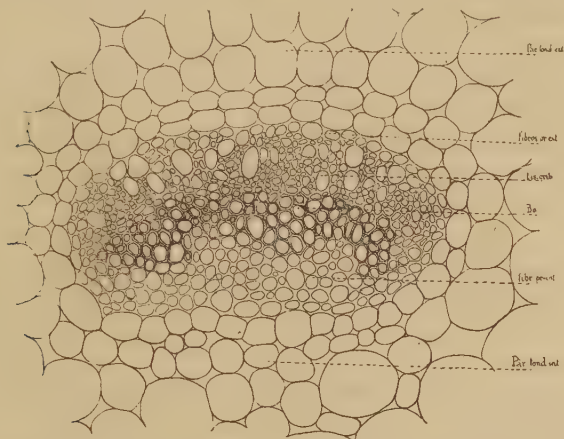


Fig. 79. — *Lysimachia Nummularia* L. Section transversale de la trace foliaire dans le pétiole (gr. = 450).

Limbe. — Structure bifaciale. Cellules épidermiques ondulées, plus volumineuses à la face externe qu'à la face interne où les stomates sont plus abondants. Une assise de cellules palissadiques étroites et serrées ; parenchyme rameux peu lacuneux. Poches glandulaires à égale distance des épidermes, remplies d'une substance tannifère, cristallisée en sphérîtes. Système conducteur constitué par une nervure médiane terminée en hydathode, et cinq, six nervures secondaires réunies en arc marginal et présentant quelques ramifications libres.

PÉDONCULE FLORAL. — Section pentagonale dès la base. Écorce épaisse par rapport au cylindre central. Système conducteur en couronne continue, à faisceaux ligneux faiblement distincts, sauf au sommet où ils divergent au nombre de dix pour se rendre dans le calice et la corolle. Parcours des faisceaux identique à celui décrit pour le *Lysimachia Ephemerum*.

CALICE. — Cellules épidermiques ondulées à parois radiales lé-

gèrement épaissies aux courbures. Stomates peu abondants. Poils tri-cellulaires capités à cellule terminale simple.

Parenchyme prismatique légèrement rameux.

Système conducteur comme dans la feuille.

COROLLE. — Comme *L. vulgaris*, le parenchyme renferme des poches sécrétrices sphériques ou ellipsoïdes, tapissées par des cellules aplaties à section rectangulaire.

ÉTAMINE. — *Filet* : section elliptique. Poils épidermiques nombreux ; parenchyme amylacé, méatique ; faisceau concentrique à lame vasculaire tangentielle. *Anthère*. — Comme *Lysimachia Ephemereum*.

Pollen en grains ellipsoïdes aplatissés aux extrémités du grand axe mesurant 45μ et 22μ suivant les deux axes.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne*. — Épiderme typique. Poils nombreux à la base externe. Parenchyme prismatique parsemé de poches sécrétrices. Style comme *Lysimachia Ephemereum*.

SECTION IV. — *Lerouxia* Mérat.

L. nemorum L.

RACINE. — Racine latérale. Écorce persistante. Cylindre central pentapolaire. Moelle sclérenchymateuse. Productions libéro-ligneuses secondaires, localisées à la face interne des cordons libériens primaires. Endoderme non épaissi, peu ou pas cloisonné radialement.

TIGE. — Section quadrangulaire munie de quatre ailes aux angles. Épiderme comme *L. Nummularia*. Parenchyme cortical chlorophyllien à la périphérie, tannifère et amylifère. Quatre faisceaux libéro-ligneux situés en regard des angles ; assise génératrice continue adossée à l'endoderme entre les faisceaux et produisant à sa face interne une bande de sclérenchyme formant un anneau continu avec les faisceaux ligneux. Aux nœuds, les traces foliaires se divisent en deux branches et s'unissent aux faisceaux adjacents. Ces traces foliaires émettent dès leur base une nervure latérale à droite et à gauche.

FEUILLE. — *Pétiole*. — Section convexe-concave, relevée vers les bords. Épiderme et parenchyme comme *L. Nummularia* ; une nervure médiane et dès la base deux ramifications.

LIMBE. — Épiderme bifacial à la face interne dépourvue de stomates, cellules épidermiques (100μ - 43μ), contours ondulés en lignes brisées avec épaississements aux angles ; poils courts, enfoncés, à

cellule terminale divisée ; à la face interne : cellules ondulées (75μ - 30μ) à contours curvilignes, stomates nombreux (330 par mm_2), poils disséminés ; mésophylle bifacial ; une assise de cellules palissadiques lâchement unies du côté externe ; quatre assises de parenchyme rameux ; chloroplastes volumineux sphériques ($D=5\mu$), pas de poches sécrétrices. Système conducteur comme *L. Nummularia*. Cellules marginales en dents de scie.

Pédoncule floral. — Section circulaire, cylindre central très étroit et moelle nulle, ou réduite à quelques cellules. Écorce riche en amidon ; péricycle mince partiellement lignifié, deux bandes libéro-ligneuses accolées, formant un cylindre au centre de l'organe.

La tige, la feuille, le pédoncule floral permettent donc de distinguer très nettement *L. nemorum* de *L. Nummularia*.

SECTION V. — *Theopyxis* Grisebach.

L. umbellata Philippi.

TIGE. — Au milieu d'un entre-nœud jeune, section pentagonale.

Épiderme normal, poils tri-cellulaires courts à cellule terminale sphérique divisée en deux.

Parenchyme cortical à parois minces.

Péricycle comprenant environ quatre assises de cellules épaissies et lignifiées.

Couronne libéro-ligneuse continue, composée de cinq arcs à section en éventail disposés en regard des angles et réunis entre eux par une bande libéro-ligneuse mince.

Le bois est composé de vaisseaux et de parenchyme cellulosique.

FEUILLE. — *Pétiole*. — Comme *Lysimachia vulgaris*, une forme de poils tri-cellulaires courts à cellule terminale simple ou divisée.

Trace foliaire unifasciculée, large, ramifiée dès la base.

LIMBE. — Comme *L. vulgaris*.

Structure semblable à celle de la tige avec cinq faisceaux très distincts. Stomates très abondants, irrégulièrement disséminés. Poils tri-cellulaires capités. Péricycle, quatre, cinq séries, lignifié. A la fructification, tout le cylindre central se lignifie, sauf les éléments criblés du liber et les fibres primitives du bois.

PÉDONCULE FLORAL. — Section quadrangulaire. Type *Lysimachia Ephemerum*. Écorce large ($1/2$ R). Moelle nulle ou réduite à quelques cellules.

Le parenchyme du calice renferme des poches sécrétrices tannifères.

La corolle porte sur ses bords des poils 4-cellulaires à cellule terminale sphérique, cellule inférieure très volumineuse.

17. — STEIRONEMA Rafinesque.

Quatre espèces nord-américaines.

St. ciliatum Raf (*Lysimachia ciliata* L.)

RACINE PRINCIPALE. — Structure binaire normale.

RACINES LATÉRALES. — Six lames ligneuses primaires contre lesquelles viennent se placer des vaisseaux secondaires à large diamètre. Liber en couronne continue, tissu criblé en face du bois primaire où le péricycle s'est cloisonné tangentiellement; moelle parenchymateuse large.

HYPOCOTYLE. — Cylindre central bipolaire comme dans la racine principale sur les deux tiers inférieurs; la lame ligneuse centrale se divise ensuite en deux lames qui s'accolent au bois des deux faisceaux secondaires.

TIGE. — Le rhizome et la tige dressée ont la même structure dans leurs entre-nœuds adultes; quelques particularités histologiques seules les distinguent.

Épiderme à stomates et poils nombreux même dans le rhizome.

Parenchyme cortical homogène amylofère et tannifère.

Système conducteur en couronne continue, péricycle prosenchymateux, tissu criblé en îlots, séparés par de larges cellules parenchymateuses; bois formé de vaisseaux secondaires à section polygonale régulière en files radiales séparées par des files de parenchyme, pointements primaires peu distincts dans le rhizome, nombreux dans les entre-nœuds adultes de la tige dressée.

COTYLÉDON. — Pétiole à section triangulaire plan-convexe. Épiderme pourvu de stomates et d'un petit nombre de poils courts à cellule terminale en massue.

Parenchyme prismatique légèrement chlorophyllien et amylofère.

Faisceau à section circulaire entouré par une gaine subérifiée. Liber enveloppant presque complètement le bois, celui-ci renfermant beaucoup de parenchyme.

Limbe. — Épiderme bifacial, les cellules de l'épiderme externe très ondulées, celles de l'épiderme interne plus volumineuses à contours à peine curvilignes et ondulés. Stomates abondants des deux côtés. Poils courts capités.

Mésophylle bifacial. — Une assise de cellules palissadiques en U

et deux, trois assises de cellules très rameuses et aplaties, nervation du type *Lysimachia*. Nervure médiane terminée au sommet en hydathode.

FEUILLE. — *Pétiole*. — Section en croissant présentant un sillon à la face interne, de chaque côté duquel la surface est convexe. Épiderme à cellules prismatiques, stomates et poils abondants. Parenchyme chlorophyllien lacuneux, collenchymateux sous l'épiderme; système conducteur composé d'une nervure médiane à section en croissant et de deux faisceaux tout à fait latéraux insérés sur le système conducteur de la tige à 90° de l'insertion de la nervure médiane; disposition tout à fait caractéristique des *Steironema*. Structure normale, fibres primitives internes et externes, liber en îlots criblés, vaisseaux ligneux en files radiales séparées par du parenchyme conducteur.

Limbe. — Épiderme bifacial, stomates et poils tri-cellulaires capités à la face externe seulement où les cellules sont sinuées à parois radiales épaissies; parenchyme palissadique occupant la moitié de la largeur du limbe avec une seule assise de cellules palissadiques; parenchyme rameux peu lacuneux. Même nervation que *Lysimachia vulgaris*.

PÉDONCULE FLORAL. — Épiderme à stomates et poils. Parenchyme chlorophyllien lacuneux, surtout en regard des cinq angles. Système conducteur formé par un péricycle mince et une couronne de dix, douze faisceaux ligneux et libériens mal définis et non régulièrement accolés, moelle collenchymateuse à la périphérie.

A la base de la fleur le péricycle se divise avec les faisceaux conducteurs au nombre de dix qui divergent, cinq se rendant dans le calice, cinq dans la corolle. Les faisceaux placentaires s'insèrent sur les précédents à la base du réceptacle floral, un peu plus haut les cinq faisceaux intercalaires de la corolle sur les sépalaires, puis les cinq faisceaux ovariens sur ces mêmes sépalaires.

CALICE. — Épiderme à stomates nombreux surtout au sommet de sa face interne, poils courts sur les deux faces.

Mésophylle homogène, parenchyme rameux à lacunes augmentant de la base au sommet.

Nervure médiane terminée en hydathode et deux nervures latérales la rejoignant au sommet et ramifiées d'une manière caractéristique.

COROLLE. — Structure typique. Cellules épidermiques allongées fortement sinuées latéralement dans le limbe, poils nombreux à la face interne, surtout vers la base.

Parenchyme compact et prismatique à la base, régulièrement

rameux dans le plan tangentiel vers le sommet et très tannifère.

Système conducteur comme *Lysimachia*, la plupart des nervures terminées dans les dents marginales.

ÉTAMINE. — *Filet*. — Poils épidermiques nombreux sur la face externe, parenchyme prismatique entourant un faisceau central concentrique.

Anthère. — Épiderme tannifère. Parenchyme mécanique normal avec épaissement en U vers la ligne de déhiscence, spiralés dans le reste du connectif lignifié.

Pollen. — Grains ellipsoïdes, aplatis suivant la direction des deux axes se rapprochant par conséquent de la forme cylindrique.

OVAIRE. — Paroi ovarienne : Épiderme typique. Sur la face externe poils courts, peu abondants. Parenchyme prismatique mince sur trois assises, les sous-épidermiques tannifères.

Style. — Structure normale. Épiderme à parois externe épaisse, parenchyme externe mince, cinq faisceaux libéro-ligneux réduits et parenchyme conducteur autour du canal stylaire.

Placenta en forme de cône surbassé et à bord inférieur relevé. Parenchyme polyédrique et prismatique à cellules disposées en files verticales à la base, se recourbant vers les ovules dans la portion ovulifère.

Ovules volumineux et en petit nombre, structure normale, deux téguments, nucelle volumineux, réduit très tôt à un grand sac embryonnaire.

18. — NAUMBURGIA Mönch.

Une espèce poussant sur les bords des fossés de l'Europe centrale et méridionale, du Japon et de l'Amérique du Nord.

N. thyrsiflora Mönch.

RACINE LATÉRALE. — Écorce persistante, formée de cellules toutes sériees radialement, sauf celles de l'assise externe; assise pilifère, assise subéreuse et endoderme normaux. Système conducteur dont les quatre lames ligneuses primaires et les vaisseaux secondaires compris entre elles forment un massif central à quatre arêtes. Liber en quatre faisceaux distincts. Péricycle recloisonné tangentiellement devant les pointements ligneux.

TIGE. — La structure de la tige est semblable à celle du *Lysimachia Ephemera*, si on compare des régions homologues de ces deux plantes.

Parenchyme cortical légèrement collenchymateux sous l'épiderme, creusé d'un cercle de grandes lacunes verticales, en fuseau comme celles de l'*Hottonia palustris*; endoderme subérifié. — Système conducteur à section elliptique, le grand axe de l'ellipse étant dans le plan des feuilles du nœud suivant. Péricycle épais, lignifié.

Liber en bandes aplaties, inégales et inégalement distantes, séparées les unes des autres par du sclérenchyme. Bois présentant un grand nombre de pointements primaires, riches en fibres primitives à la face interne des vaisseaux; couronne continue de bois secondaire formée de vaisseaux et de parenchyme ligneux.

Moelle homogène, légèrement collenchymateuse, creusée de quelques lacunes.

FEUILLES. — Épiderme nettement bifacial; à la face interne dépourvue de stomates et de poils, cellules polygonales vues de face; à la face externe, contours curvilignes légèrement sinueux; stomates abondants; diversements orientés; poils courts peu abondants.

Mésophylle bifacial: une assise de cellules palissadiques et environ trois assises de cellules rameuses. Au milieu du parenchyme poches remplies de substance brune à structure radiée.

Nervure médiane: trois arcs libéro-ligneux, un médian, le plus volumineux atteignant le sommet et deux latéraux sur lesquels s'insèrent les nervures de second ordre.

PÉDONCULE FLORAL. — Section irrégulièrement circulaire.

Écorce épaisse parenchymateuse homogène; endoderme à cadre subérifié. Péricycle mince, sclérifié. Six faisceaux libéro-ligneux. moelle étroite à cellules périphériques parfois lignifiées, de même celles des rayons-médullaires.

CALICE. — Cellules épidermiques à contours ondulés, papilleuses, beaucoup plus volumineuses à la face externe qu'à la face interne.

Parenchyme compact et prismatique à la base, devenant rameux et fortement chlorophyllien dans la partie supérieure où il forme de petites émergences.

Une nervure médiane non ramifiée, atteignant le sommet.

COROLLE. — Cellules épidermiques prismatiques à la base finement ondulées et très allongées dans la portion libre du pétale.

Parenchyme réduit à deux assises de cellules tabulaires légèrement rameuses dans le plan du limbe. Système conducteur réduit à la nervure médiane.

ÉTAMINE. — *Anthère*. — Cellules épidermiques sinueuses de face, à cuticule fortement striée. Parenchyme mécanique à épaississement en U. Faisceau concentrique.

Pollen en grains ellipsoïdes, ponctués.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne.* — Épiderme bifacial; à la face externe, cellules polygonales isodiamétriques; à la face interne cellules très allongées et étroites. Ni stomates ni poils. Mésophylle parenchymateux homogène, parsemé de poches sécrétrices.

Cinq faisceaux collatéraux, très rapprochés de l'épiderme interne, liber en arc enveloppant latéralement le bois, très réduit.

Style légèrement évasé au sommet. Structure typique (Voy. *Lysimachia Ephemereum*).

Placenta. — Pédicelle : cinq faisceaux *concentriques ou inverses*; parenchyme prismatique peu abondant; épiderme présentant de nombreux poils courts et larges. Région ovulifère : parenchyme prismatique homogène, cinq faisceaux concentriques ou collatéraux inverses, cellules épidermiques tabulaires.

Ovule. — Structure typique (Voy. *L. Ephemereum*).

GRAINE. — Tégument externe : assise périphérique formée de cellules prolongées en papilles très longues, accolées et par suite prismatiques, parois minces, subérifiées et striées; le reste comme *L. Ephemereum*.

19. --- TRIENTALIS L.

Deux espèces. *T. europæa* L. disséminé dans l'Europe septentrionale, la Sibérie, la Mandchourie, le Japon, l'Amérique du Nord (N.-O.) et *T. americana* Pursch, sur le versant atlantique de l'Amérique du Nord, dans les lieux tourbeux.

RACINE. — *Racine principale.* — A la germination diamètre beaucoup moindre que dans les genres voisins. Assise pilifère persistante, épaississant un peu les parois externes de ses cellules. Parenchyme cortical comprenant quatre assises de cellules sériées radialement, sauf celles de l'assise subéreuse. Cylindre central très étroit, péricycle unisériel, mince, lame ligneuse bipolaire, à différenciation lente; liber primaire très réduit.

Racines latérales. — Structure normale; cylindre central 3, 4-polaire sans ou avec très peu de productions secondaires, lames ligneuses primaires épatées contre le péricycle, cordons libériens étroits étirés tangentiellement. Moelle réduite ou faisant défaut par suite de la différenciation vasculaire complète du méristème central.

HYPOCOTYLE. — Structure typique. Épiderme avec stomates et poils tri-cellulaires, courts, cellule terminale divisée. Parenchyme cortical homogène, formé de cellules cylindriques bourrées d'amidon, plus volumineuses dans la zone moyenne; endoderme nor-

mal. Cylindre central très étroit, péricycle unisériel mince; lame ligneuse primaire formée d'un petit nombre de vaisseaux à large diamètre; liber primaire très réduit, pas de bois et liber secondaires au stade plantule.

TIGE. — *Rhizome*. — Épiderme prismatique avec stomates et poils tri-cellulaires en petit nombre. Écorce et moelle constituées par un parenchyme prismatique, bourré d'amidon. Système conducteur en couronne continue. Péricycle comprenant deux à quatre assises de fibres primitives, partiellement lignifiées. Liber formé d'une couronne d'îlots criblés. Bois en couronne discontinue dont les lames ligneuses ne se trouvent pas toujours en faces des îlots libériens.

Tige aérienne. — Épiderme avec stomates et poils peu abondants. Parenchyme cortical mince, légèrement tannifère à zone interne sériée radialement. Système conducteur constitué par un péricycle prosenchymateux, épais et trois, quatre bandes libéro-ligneuses presque contiguës diminuant d'épaisseur du milieu vers les bords.

FEUILLE. — *Pétiole*. — Section plan-convexe, un peu relevée vers les bords. Épiderme avec quelques poils, sans stomates. Parenchyme à cellules volumineuses, chlorophylliennes vers l'extérieur. Système conducteur en arc très étalé, vaisseaux ligneux en files radiales séparées par plusieurs files de cellules, qui ultérieurement peuvent se différencier en vaisseaux, de manière à donner quelquefois un arc ligneux continu.

Limbe. — Épiderme ondulé, surtout à la face externe où seulement il y a des stomates; poils rares.

Mésophylle à peine bifacial, cellules toutes plus ou moins tabulaires, celles de l'unique assise palissadique à peine plus longues que larges; environ trois assises de cellules rameuses.

Nervure médiane à section elliptique: plusieurs assises de fibres lignifiées péridermiques s'engageant entre les îlots de tissu criblé; vaisseaux du bois en files radiales avec parenchyme conducteur interposé.

L'ensemble de la nervation est semblable à celle du *Lysimachia vulgaris*.

PÉDONCULE FLORAL. — Épiderme à stomates et poils peu abondants.

Parenchyme cortical et médullaire très étroit. Couronne libéro-ligneuse comprenant un péricycle prosenchymateux épais, et des lames libéro-ligneuses mal définies dans lesquelles les vaisseaux ligneux ne correspondent pas toujours aux groupes d'éléments criblés.

CALICE. — Cellules allongées dans le sens de la nervure médiane, à parois ondulées, prolongées en papilles courtes, plusieurs pour

chaque cellule; stomates nombreux. Cuticule fortement striée. — Parenchyme prismatique homogène, sclérifié autour des nervures marginales. — Nervure médiane et deux nervures latérales non ramifiées.

COROLLE. — Cellules épidermiques prismatiques à la base, à contours ondulés et papilleuses dans la région supérieure. Poils tricellulaires, longs à la base.

Parenchyme mince, rameux dans le plan du limbe.

ÉTAMINE. — *Filet*. — Structure normale, parenchyme prismatique compact très réduit et faisceau concentrique étroit.

Anthère. — Épiderme à cellules ondulées, cuticule fortement striée. Parenchyme mécanique à épaississements en U ou spiralés, sur une assise en dehors de la région du connectif où il est plus abondant, entourant le faisceau concentrique peu développé.

Pollen. — Forme caractéristique, grains tétraédriques ($n = 25 \mu$ en moyenne à trois plis méridiens munis de trois pores en leur milieu, surface finement ponctuée (fig. 24).

20. — APOCORIS Bunge.

Une espèce du Nord de la Chine

A. pentapetala Bunge.

RACINE. — *Racines adventives*. — Parenchyme cortical amylofère, sérié radialement dans la zone interne. Cylindre central à quatre, cinq lames ligneuses primaires complètement entourées par un sclérenchyme et par des vaisseaux de seconde formation, médullaires, et par les amas de bois secondaires développés entre elles; liber primaire en couronne continue, mince.

TIGE. — Dans les entre-nœuds inférieurs, écorce et moelle très minces, système conducteur en couronne continue, à bois très épais; sous la grappe de fleurs terminales écorce et moelle relativement plus développées, péricycle prosenchymateux continu et tissu criblé et vasculaire groupés en faisceaux libéro-ligneux distincts.

FEUILLE. — Épiderme nettement bifacial, stomates sur la face externe seulement où les cellules sont fortement ondulées; poils courts, abondants. — Mésophylle bifacial; une assise de cellules palissadiques étroites et longues; parenchyme rameux très lacunaire diminuant d'épaisseur de la base au sommet et de la nervure médiane aux bords. — Nervure médiane étalée en arc de faible courbure présentant la structure que nous avons mentionnée pour le *Trien-*

talis europea L., sauf la lignification des fibres péricycliques externes qui fait défaut ici.

PÉDONCULE FLORAL. — Type *Lysimachia*. Cellules épidermiques prismatiques, poils courts nombreux, quelques stomates. — Écorce parenchymateuse épaisse, sériée radialement, sauf l'assise externe. — Péricycle non lignifié, liber et bois en couronne continue, le bois pouvant cependant être formé de deux arcs opposés. A la base du réceptacle floral, dix faisceaux à parcours typique.

CALICE. — Épiderme bifacial, à cellules plus ondulées sur la face externe que sur l'interne, dépourvue de stomates et à poils rares, surtout marginaux, tandis que les stomates et poils abondent sur la face externe. Mésophylle : parenchyme prismatique à la base devenant légèrement lacuneux vers le sommet.

Nervure médiane adossée à la base à une *bande de sclérenchyme*, liber en fer à cheval entourant presque complètement le bois peu abondant; nervures latérales sans sclérenchyme.

COROLLE. — Cellules épidermiques prismatiques à la base, allongées et à contours sinueux dans la portion étalée où *chaque cellule porte plusieurs papilles courtes*; stomates très rares et poils à la base des pétales. Parenchyme comprenant deux assises de cellules aplaties, rameuses dans le plan du limbe.

ÉTAMINE. — *Filet.* — Poils nombreux à la base sur la face interne. — Parenchyme prismatique compact et faisceau central concentrique.

Anthère. — Épiderme ondulé, légèrement papilleux et pilifère. — Parenchyme mécanique à épaississements en U tout autour des sacs polliniques et dans l'assise sous-épidermique seulement; au milieu de l'anthère dans la région du connectif quelques cellules à épaississements spirales.

Pollen en grains ellipsoïdes réguliers ponctués.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne.* — Ni stomates ni poils. Épiderme interne à paroi épaissie du côté du placenta. Mésophylle prismatique, très mince, deux, trois assises. Pendant la fructification l'épiderme interne lignifie fortement ses parois épaissies surtout au sommet, suivant un anneau qui correspond à un sillon circulaire à la base du style.

Style. — Extrémité stigmatique constituée par des papilles épidermiques, dont les stries cuticulaires sont remarquablement ondulées et parallèles.

Placenta. — Dans le pédicelle cinq faisceaux collatéraux inverses se prolongeant dans la région ovulifère jusqu'à mi-hauteur, où ils s'étaient en crosse courte.

Ovules peu nombreux trois, quatre très gros par rapport à la hauteur de la cavité ovarienne, structure typique.

Graine : structure typique, cellules externes invaginées, albumen riche en aleurone à grains très distincts.

21. — ASTEROLINUM Link et Otto.

Deux espèces. *A. stellatum* dans la région méditerranéenne et *A. Adoëns* Kunze et Abyssinie.

A. stellatum Link et Otto.

RACINE. — *Racine principale*. — Structure binaire normale. Dans une plante adulte, écorce exfoliée jusqu'à l'endoderme. Couronne de liber secondaire très mince, riche en cellules tannifères. Bois secondaire occupant presque toute la masse du cylindre central, uniquement composé de vaisseaux disposés en séries radiales régulières, séparé de la lame ligneuse primaire bipolaire par une assise de parenchyme.

TIGE. — A la base de la tige principale adulte, écorce exfoliée jusqu'à l'endoderme, section transversale carrée, arrondie aux angles. — Système conducteur en couronne continue : péricycle mince non lignifié, tissu criblé mince, tannifère. Bois en deux bandes opposées, chacune ayant vers son milieu trois pointements primitifs, le pointement médian représentant la trace foliaire de la feuille supérieure, les pointements latéraux représentant les faisceaux caulinaires proprement dits.

Dans les entre-nœuds supérieurs, la section transversale présente quatre faisceaux libéro-ligneux distincts, alternes avec l'insertion des feuilles, la trace foliaire ne parcourt plus un entre-nœud entier, de même les faisceaux des rameaux de deuxième ordre ; ils s'insèrent directement sur les quatre faisceaux. Cette structure est à rapprocher de celle des *Anagallis*.

Parenchyme cortical mince prismatique ou cylindrique, chlorophyllien et amylic. Épiderme avec poils courts, abondants. Moelle parenchymateuse homogène.

FEUILLE. — Épiderme à cellules allongées, légèrement sinuées avec stomates et poils. Mésophylle à structure variable, compact sous l'épiderme interne, lacuneux vers l'épiderme externe avec tendance à la formation de tissu palissadique soit sur la face interne, soit même sous les deux faces.

A la face interne de la nervure médiane appliqué contre le bois un faisceau de sclérenchyme caractéristique différencié dès l'origine.

Contrairement à ce qu'affirme M. de Kamienski, la structure de la feuille est donc différente de celle *Anagallis cærulea*.

PÉDONCULE FLORAL. — Structure différente du type *Lysimachia* : deux faisceaux libéro-ligneux seulement dans la région moyenne. Cellules épidermiques volumineuses à parois externes épaissies, stomates et poils clairsemés. Parenchyme cortical chlorophyllien ne comprenant que deux assises de cellules. Péricycle bisérié, cellulosique au moment de l'anthèse, fortement épaissi et lignifié pendant la fructification ; deux faisceaux libéro-ligneux déterminant la forme elliptique de la section. Moelle ne comprenant que quelques cellules.

CALICE. — Cellules épidermiques comme dans la feuille, quelques-unes tannifères, celles des bords volumineuses, formant des denticules, *stomates à la face interne seulement* ; poils courts. Mésophylle hétérogène très lacuneux à la base, palissadique à la face interne, avec tendance à la structure centrique vers le sommet. Système conducteur : nervure médiane présentant de chaque côté deux ramifications ; pas de nervures marginales. Nervure médiane à section en ellipse à grand axe tangentiel, liber normal, bois en bande tangentielle. A la face interne de la nervure médiane, faisceau de sclérenchyme.

COROLLE. — Épiderme prismatique à la base, cellules à parois ondulées vers le sommet. Poils bicellulaires courts, cellules terminales sphériques, à la face interne. — Parenchyme prismatique, lacuneux, réduit à deux assises de cellules. Système conducteur : dans le tube dix faisceaux ; dans chaque limbe une nervure médiane et deux nervures marginales, non ramifiées.

ÉTAMINE. — *Filet.* — Section plan convexe ; épiderme à cellules plus volumineuses que dans les genres voisins. Parenchyme prismatique très mince entourant un faisceau concentrique dont le liber peut se développer inégalement de manière à donner, tantôt un faisceau collatéral normal, tantôt un faisceau inverse.

Pollen. — Grains ellipsoïdes à trois plis méridiens, surface ponctuée.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne.* — Épiderme bifacial, les cellules de l'épiderme interne très étroites et étirées radialement ; ni stomates ni poils ; épiderme externe tannifère. Parenchyme prismatique très mince à cellules étirées tangentiellement ; cinq faisceaux libéro-ligneux, très réduits. A la fructification les cellules épidermiques basilaires internes sont très épaissies, de même que l'assise sous-épidermique interne, dont les parties non épaissies de la membrane sont en boutonnières étroites, toutes parallèles et horizontales.

Placenta. — Peu volumineux, région ovulifère trilobée par suite de l'enchâssement de trois ovules. Parenchyme riche en amidon et tannin ; cordon libéro-ligneux central dans lequel les vaisseaux

forment des îlots périphériques ; les éléments criblés sont disséminés dans toute la masse.

Dans le pédicelle trois faisceaux libéro-ligneux inverses qui se fusionnent plus haut en un cylindre libéro-ligneux plein.

Ovule. — Structure typique (Voy. *Lysimachia Ephemerum*).

C'est ici que l'on peut faire valoir l'importance des caractères de l'ovule. Tous les organes se réduisent, l'ovule reste immuable.

GRAINE. — Structure normale également bitégumentée, oxalifère dans l'assise sous-épidermique.

Albumen légèrement collenchymateux, contenu huileux et aleurique. Embryon composé d'une partie cylindrique terminée d'un côté par un sommet végétatif de racine, de l'autre par deux cotylédons très courts appliqués l'un contre l'autre comprenant entre eux à leur base un renflement à surface uniformément courbe. Toutes les cellules sont remplies d'huile et en voie de cloisonnement ; colonne centrale de méristème vasculaire se dédoublant sous les cotylédons

22. — PELLETERIA St. Hilaire.

Deux espèces. *P. trinum* Pax de l'Amérique du Sud extratropicale et des Canaries et *P. verna* St. Hil du Brésil.

P. trinum Pax.

Racine principale : système conducteur à lame ligneuse primaire diamétrale, entourée complètement par un cylindre compact de bois secondaire formé de vaisseaux et de parenchyme lignifié, couronne continue et très mince de tissu criblé, parfois interrompue, le bois venant alors directement en contact avec le péricycle.

TIGE. — *Hypocotyle*. — Structure identique à celle de la racine en ce qui concerne le cylindre central. Parenchyme cortical très mince.

Tige principale. — A la base, sauf l'absence de bois primaire centripète et l'apparition du parenchyme médullaire, l'épiderme, l'écorce et le cylindre central sont en continuité directe avec les mêmes régions de l'hypocotyle.

Dans la portion feuillée les pointements ligneux primitifs au nombre de six deviennent très distincts. Tous les vaisseaux sont groupés suivant deux arcs d'ellipse, réunis par du parenchyme sclérifié, le liber ne forme pas toujours une couronne continue, il est interrompu alors par deux arcs sclérenchymateux accolés aux arcs vasculaires. Moelle parenchymateuse se sclérifiant à l'insertion des ramifications de la tige et à la périphérie en dehors des pointements primitifs dans les régions âgées.

Les tiges d'ordre plus élevé ont la même structure avec un nombre d'éléments histologiques moindre, suivant leur diamètre et leur âge relatif.

FEUILLE. — Épiderme bifacial avec stomates à la face interne seulement où les cellules sont beaucoup plus sinuées qu'à la face externe. Poils tri-cellulaires courts, à cellule terminale divisée; cellules marginales en escalier (fig. 80).

Mésophylle à structure bifaciale très peu accusée; l'assise sous-épidermique interne n'ayant qu'une tendance faible, à la disposition palissadique; chambres sous-stomatiques volumineuses; le reste du parenchyme est peu rameux.

Nervure médiane à section ovale et structure normale. Devant le bois, un cordon de sclérenchyme très constant comme dans le genre *Asterolinum* (fig. 81).

PÉDONCULE FLORAL. — Épiderme à cellules volumineuses, stomates et poils. Parenchyme cortical formé de cellules cylindriques, se lignifiant dans la zone interne à la fructification. Système conducteur comprenant deux faisceaux libéro-ligneux opposés aux extrémités du grand axe de l'ellipse que forme le cylindre central en section transversale.

Un anneau scléreux enveloppe les deux faisceaux à la fructification. Moelle réduite à quelques cellules.

CALICE. — *Sépales.* — Cellules épidermiques plus volumineuses à

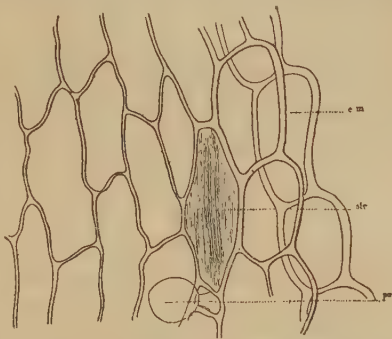


Fig. 80. — *Pelletiera trinum*. Feuille épiderme inférieur : cm, cellules épidermiques en escalier; stries cuticulaires.

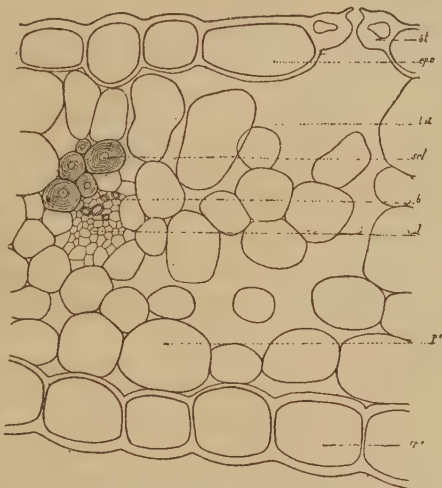


Fig. 81. — *Pelletiera trinum*. Coupe transversale du limbe foliaire dans la région de la nervure médiane.

la face externe qu'à la face interne ; toutes allongées dans le sens de la nervure médiane à contours rectilignes, parsemées de cellules tannifères. Stomates abondants à la face interne. Poils tri-cellulaires courts disséminés.

Parenchyme lacuneux formé par des cellules cylindriques plus ou moins dissociées à la base, légèrement rameuses et plus petites vers le sommet.

Tout le long de la nervure médiane entre le bois et l'épiderme, le parenchyme est fortement sclérifié et les cellules épidermiques correspondantes ont leurs parois très épaissies.

Nervure médiane entourée par une gaine unisériée de sclérenchyme.

COROLLE très réduite, la partie supérieure atteignant environ l'extrémité du filet. Cellules épidermiques à contours rectilignes ou légèrement ondulés. Poils courts très nombreux à la face interne vers la base. Parenchyme à cellules prismatiques, plus épais un peu au-dessus de l'insertion de la corolle que vers le sommet.

ÉTAMINE. — Filet grêle très allongé, inséré à la partie externe de l'anthère aussi large que longue.

Anthère. — Épiderme : cellules à contours ondulés. Parenchyme mécanique à épaississements en U très serrés. Faisceau concentrique.

PISTIL. — Paroi ovarienne très mince. Cellules épidermiques, allongées et terminées en biseau aux deux extrémités à la face interne, isodiamétriques à la face externe.

Parenchyme comprenant deux assises prismatiques courtes.

Style cylindrique un peu rétréci à l'extrémité stigmatique où les cellules épidermiques sont à peine papilleuses.

OVULE. — L'extrémité micropylaire est prolongée en un bec qui s'écarte du placenta, ce qui permet de penser que le tube pollinique pour arriver à l'ovule doit progresser à la surface du placenta, puis de l'ovule.

23. — GLAUX L.

Une espèce venant dans les terrains salés.

G. maritima L.

RACINE. — *R. principale.* — Structure primaire du type binaire ; en raison de la fugacité de cette racine, productions libéro-ligneuses secondaires peu abondantes ; radicules à structure également binaire.

Racines latérales. — Structure normale. Écorce primaire épaisse,

persistante. Cylindre central à *productions libéro-ligneuses très développées*, les vaisseaux secondaires remplissant l'espace compris entre les quatre lames ligneuses primaires, mais ne dépassant pas le centre de développement de celles-ci. Libér secondaire en couronne continue, mince. Les radicules ont un système conducteur bipolaire.

Hypocotyle. — Sauf l'épiderme qui prend les caractères d'un épiderme de tige, l'anatomie de l'hypocotyle est identique à celle de la racine principale, à sa base, avec un plus grand développement du bois et du liber secondaires.

TIGE. — Les tiges des différents ordres ont la même anatomie générale si on les étudie dans des entre-nœuds âgés.

Épiderme avec stomates et poils courts à extrémité discoïde pluricellulaire. Écorce lacuneuse, épaisse très tannifère, endoderme cloisonné radialement. — Couronne libéro-ligneuse continue à section elliptique. Péricycle à trois, cinq rangs de fibres primitives lignifiées ou cellulósiques. Tissu criblé disposé en bandes radiales séparées par des bandes plus étroites de parenchyme conducteur, dans les entre-nœuds très âgés, ou en couronne continue normale, quelquefois lignifiée dans la région externe. Bois épais, disposé en zones annuelles très marquées, à huit pointements primitifs dans les portions feuillées, correspondant à quatre faisceaux distincts foliaires et quatre caulinares. Sommet végétatif montrant en coupe longitudinale, trois groupes de cellules histogènes ; à la surface l'assise dermatogène, puis une assise formée de cellules allongées perpendiculairement à la surface, se continuant dans les plus jeunes mamelons foliaires et au centre un massif méristématique polyédrique que l'on peut considérer comme le méristème propre de la tige ou plutôt celui qui donnera naissance à la moelle.

Dans les stolons : épiderme à stomates et poils très rares ; parenchyme cortical très épais, très amylofère ; cellules à parois épaisses sur toute la largeur de l'écorce. Péricycle scléreux bi- ou trisériel ; tissu criblé en anneau continu ; bois en deux arcs demi-elliptiques ; moelle très réduite, partiellement sclérifiée.

FEUILLE. — Outre les feuilles végétatives normales, *Glaux maritima* présente des feuilles bractéiformes sur les rhizomes ou les portions basales des tiges rampantes ou dressées.

Feuille normale. — Épiderme avec cellules ondulées, stomates et poils enfoncés. Mésophylle bifacial avec *tendance au type centrique*, tissu palissadique augmentant d'épaisseur de la base au sommet et débordant graduellement sur la face externe. Parenchyme rameux, très lacuneux sous l'épiderme externe. Nervure médiane à section elliptique, fibres primitives non différenciées, abondantes à

la face interne du bois dont les vaisseaux sont disposés en éventail et entremêlés de parenchyme conducteur ; quelques *fibres primitives externes lignifiées*.

Feuille bractéiforme. — Épiderme à cellules prismatiques, poils et stomates peu abondants. — Mésophylle homogène formé de cellules prismatiques. — Nervure médiane flabelliforme, en section transversale.

PÉDONCULE FLORAL. — Épiderme avec stomates et poils. — Écorce épaisse, collenchymateuse sous l'épiderme, sériée radialement dans la zone interne. Péricycle continu ; à la base, deux arcs libéro-ligneux opposés, contigus, formant bientôt une couronne continue. Sous la fleur, les éléments libéro-ligneux se groupent en cinq faisceaux qui divergent et deviennent les cinq nervures médianes du calice. *Les faisceaux staminaux s'insèrent sur les faisceaux sépalaires dans le réceptacle floral et les faisceaux placentaires sur les faisceaux staminaux*. Par suite de l'absence de la corolle, le parcours des faisceaux dans le réceptacle floral est donc différent de ce que nous avons décrit dans les autres genres.

CALICE. — Épiderme à cellules prismatiques devenant ondulées au sommet où les stomates sont très abondants ; poils nombreux. Mésophylle, lacuneux surtout vers le sommet où les cellules sont très rameuses. — Nervure médiane ayant la même structure que celle de la feuille.

ÉTAMINE. — *Filet*. — Épiderme et parenchyme formés de cellules prismatiques régulières. Faisceau central à structure concentrique.

Anthère. — Cellules épidermiques prismatiques allongées ; petit nombre de poils courts. Parenchyme mécanique envahissant tout le connectif au-dessus de la terminaison du faisceau ; épaississements en U ouverts vers l'extérieur, et épaississements spirales, les premiers localisés autour de la ligne de déhiscence.

POLLEN. — Grains ellipsoïdes, trois plis méridiens ayant trois pores en leur milieu.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne*. — Épiderme bifacial typique (V. *Primula sinensis*). A la face interne, cellules étroites, allongées, à section transversale étirée radialement. Poils courts, enfoncés, à la face externe. Parenchyme prismatique plus épais au sommet de l'ovaire et dans la région des faisceaux, qu'à la base et entre les faisceaux ; faisceaux au nombre de cinq, quelquefois quatre, liber enveloppant partiellement le bois du côté externe.

Style. — Épiderme à cellules prismatiques présentant quelques rares poils enfoncés ; au sommet, papilles stigmatiques constituées par des prolongements en doigt de gant des cellules épidermiques.

Parenchyme diminuant d'épaisseur de la base au sommet, différencié en parenchyme conducteur, riche en protoplasme à la face interne du cercle des cinq faisceaux conducteurs. Parenchyme externe très mince.

Les faisceaux conducteurs ont fréquemment une orientation mal déterminée.

Placenta. — Volume considérable par rapport à l'ensemble des ovules au nombre de quatre, cinq, enchâssés dans la masse du parenchyme, très lacuneux dans les espaces interovulaires, compact et amylofère dans la région centrale traversée par une *couronne libéro-ligneuse concentrique* provenant de la fusion des faisceaux insérés sur les faisceaux staminaux.

OVULE volumineux du type normal et très caractérisé ; deux téguments plus épais que dans les genres voisins renflés autour de leur micropyle, l'externe dépassant de beaucoup l'interne ; le premier composé de deux assises, de cellules ; le second de trois assises ; celle en contact avec le nucelle, épaissie sur les faces internes et radiales des cellules. Nucelle à sac embryonnaire fusiforme occupant toute la longueur de l'ovule.

GRAINE. — Bitégumentée, l'assise externe non papilleuse, la suivante oxalifère, les plus internes complètement écrasées. Albumen oléagineux et aleurique, parois cellulaires légèrement épaissies.

Embryon occupant dans la graine un volume relativement plus grand que ce que nous avons observé ailleurs.

24. ANAGALLIS.

Environ douze espèces en Europe, dans le Nord et le Sud de l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du sud extratropicale.

SECTION I. — *Eu anagallis.*

A. cærulea Lam.

RACINE. — Racine principale à structure binaire normale. En raison de la persistance de la racine principale, productions libéro-ligneuses abondantes masquant bientôt la lame ligneuse diamétrale bipolaire. Les ramifications de deuxième et troisième ordre forment un chevelu de radicelles à structure binaire, pauvre en productions secondaires. Il n'y a guère formation de racines latérales sur la tige.

TIGE. — Dans les entre-nœuds adultes, la tige principale et ses ramifications ont la même structure générale.

Épiderme avec stomates et poils ; parenchyme chlorophyllien homogène avec endoderme subérifié, cloisonné radialement. Système conducteur en couronne continue présentant un péricycle unisériel cellulosique continu, quatre faisceaux libéro-ligneux situés en regard des angles de la tige et reliés entre eux, au milieu des nœuds, par une bande de tissu criblé et de sclérenchyme secondaire ponctué ; moelle parenchymateuse homogène. Aux nœuds, la trace foliaire s'insère par deux faisceaux latéraux sur les faisceaux de la tige. Les vaisseaux primitifs de tous ces faisceaux sont disposés en files radiales tout à fait régulières, dénotant une origine cambiale secondaire.

FEUILLE. — A la base de la tige, les feuilles sont opposées, plus haut, alternes, rapprochées par deux, de forme ovale acuminée, à bord entier.

Pétiole. — Très réduit, sa longueur ne dépassant pas 1 millimètre. Section transversale demi-circulaire. Poils nombreux, tri-cellulaires capités, cellule terminale sphérique quelquefois en massue, parois cutinisées. Parenchyme normal différencié en gaine endodermique autour des faisceaux.

Système conducteur : trace foliaire unifasciculée, insérée sur les faisceaux de la tige par deux branches ; section demi-circulaire ; fibres primitives externes unisérielles, interrompues fréquemment par des éléments criblés ; tissu criblé en bande mince, embrassant latéralement le bois, éléments par groupe de deux cellules ; un tube criblé à différenciation nacrée, une cellule compagne ; bois à section flabelliforme, files radiales de vaisseaux entremêlés d'un petit nombre de cellules parenchymateuses cambiformes, quelques fibres primitives internes.

Limbe. — Épiderme semblable sur les deux faces, les poils étant seulement plus nombreux sur la face externe, la face interne n'en ayant guère qu'à la base. Cellules épidermiques à parois radiales fortement sinueuses et épaissies aux courbures elliptiques ou rectangulaires, en sections transversales, relativement volumineuses, allongées radialement dans la région de la nervure médiane. Cellules de la face interne plus volumineuses, cellules marginales très grandes. Paroi externe épaissie. Cuticule mince, non striée. Stomates : très abondants et également distribués sur les deux faces, parfois légèrement proéminents, orientés dans le sens longitudinal ; entourés par quatre, quelquefois cinq, rarement trois cellules ; parois de l'ostiole épaissie sauf au rétrécissement médian. Poils tri-cellulaires capités, à cellule terminale sphérique simple ou surtout divisée radialement, nombreux sur la face externe.

Mésophylle à peine bifacial, comprenant quatre assises de cellules; vers la face interne, une assise de cellules cylindriques à peine plus longues que larges, comprenant entre elles des méats abondants et des lacunes sous-stomatiques. Trois rangs de cellules rameuses, lacunes peu volumineuses, sauf sous les stomates. Chloroplastes ellipsoïdes peu serrés; vers le sommet et les bords l'épaisseur diminue. Fréquemment il n'y a pas de cellules palissadiques; gaine de parenchyme tannifère autour des faisceaux. Système conducteur comme dans les *Lysimachia*.

PÉDONCULE FLORAL. — Type *Lysimachia Ephemorum*. — Épiderme à cellules volumineuses, paroi externe épaisse et très bombée. Parenchyme cortical chlorophyllien mince. Péricycle formé de un à deux rangs de fibres primitives lignifiées. Bien au-dessous de la fleur la section devient polygonale et l'appareil conducteur suit cette forme. Dans le réceptacle floral la couronne libéro-ligneuse se sépare en dix faisceaux dont cinq divergent rapidement pour devenir la nervure médiane des sépales. Les faisceaux sur le reste de leur parcours se comportent comme dans tous les cas observés précédemment.

CALICE. — Cellules épidermiques allongées, sinueuses. Stomates abondants. Poils nombreux, surtout à la face externe; vers les bords



Fig. 82. — *Anagallis arvensis*. Coupe transversale des téguments de l'ovule (gr. = 400).

portion membraneuse constituée par les épidermes accolés. Mésophylle homogène, parenchyme rameux très chlorophyllien. Système

conducteur : nervure médiane et nervures marginales à ramifications parallèles.

COROLLE. — Type *Lysimachia Ephemerum*.

ÉTAMINE. — *Filet*. — Structure typique normale. Épiderme représentant des poils unisériés pluricellulaires, très abondants.

Anthère. — Même structure que dans *Lysimachia*.

Pollen : grains ellipsoïdes.

OVAIRE. — Paroi ovarienne. Épiderme typique ; poils courts nombreux à la face externe. Mésophylle mince, formé de deux assises de cellules prismatiques, riches en amidon dans l'assise interne.

Placenta. — La base de la région ovulifère est relevée en gouttière, recouvrant ainsi partiellement la portion inférieure des ovules voisins. Épiderme non caractérisé ; parenchyme à cellules arrondies, amylières dans les cellules périphériques d'abord, puis dans toute la masse. Faisceaux inverses, au nombre de cinq.

OVULE. — Structure typique ; assise cellulaire externe pauvre en protoplasme, tandis que les assises internes ont un gros noyau, un protoplasme dense et *des grains d'amidon volumineux* surtout dans l'assise moyenne du tégument interne, fait que nous observons là pour la première fois (fig. 82).

Graine : structure typique normale. (V. *Primula sinensis*).

SECTION II. — *Jirasekia* Schmidt.

A. tenella L.

TIGE PRINCIPALE. — L'épiderme et l'écorce persistent durant toute la période végétative. Le système conducteur forme une couronne libéro-ligneuse continue diminuant d'épaisseur de la base au sommet, entourant une moelle très étroite dans les entre-nœuds inférieurs.

Épiderme : cellules prismatiques beaucoup plus longues que les cellules du parenchyme cortical. Stomates à parois très épaissies, légèrement proéminents. Poils tri-cellulaires courts, à cellule terminale divisée radialement.

Écorce : parenchyme homogène rempli d'amidon, parois minces. Cellules tannifères nombreuses dans la zone interne. Endoderme : cellules à section elliptique allongées tangentiellement, fortement épaissies sur les faces internes et radiales de la membrane primitive ; section longitudinale deux fois plus longue que dans les cellules du parenchyme cortical avoisinantes. Grandes lacunes aérifères dans les régions nodales et cellules collenchymateuses à l'insertion des feuilles.

Système conducteur : 1° péricycle : une assise de fibres primitives à section elliptique, parois légèrement épaissies; quelques-unes lignifiées éparses; 2° tissu criblé : couronne continue de groupes d'éléments criblés et de parenchyme; division des cellules procambiales en deux, trois, quatre cellules, l'une d'elles seulement devenant un tube criblé; 3° bois : couronne continue, compacte, formée uniquement de vaisseaux à large diamètre, vaisseaux ponctués vers l'extérieur, spiralés vers l'intérieur. Quatre pointements ligneux primitifs dans le plan d'insertion des feuilles opposées.

Moelle : parenchymateuse très étroite à la base, plus large au sommet.

Anagallis cærulea et *A. tenella* se comportent donc entre elles au point de vue du système conducteur comme *Lysimachia Nummularia* et *L. nemorum*.

FEUILLE. — *Pétiole*. — Section demi-circulaire concave à la face interne, trace foliaire unique enveloppée par un endoderme normal. Péricycle cellulosique unisérié, interrompu souvent par le tissu criblé très abondant qui enveloppe le bois sur ses faces latérales. Bois peu abondant séparé de l'endoderme par une assise de fibres primitives; vaisseaux en files radiales et parenchyme abondant. *Limbe* : cellules épidermiques à contours curvilignes légèrement ondulés, deux ou trois fois plus grandes à la face externe qu'à la face interne. Stomates et poils comme dans *A. cærulea*. Mésophylle à peine bifacial : une assise de cellules palissadiques peu allongées et très larges. Trois assises de parenchyme lacunaire peu rameux.

Nervation : comme *A. cærulea*.

PÉDONCULE FLORAL. — Épiderme à stomates et poils semblables à ceux de la feuille. Écorce très épaisse (trois quarts du rayon total). Parenchyme chlorophyllien dans la zone externe, amylicé dans la zone interne. Endoderme différencié tardivement.

Système conducteur : péricycle unisérié se lignifiant pendant la fructification. Tissu criblé : couronne continue ou en bandes radiales. Bois : vaisseaux en files radiales, groupés en deux bandes opposées jusque vers le sommet. Au sommet du pédoncule floral ces files se groupent en dix faisceaux libéro-ligneux, cinq sépalaires, cinq pétales, sur lesquels viennent

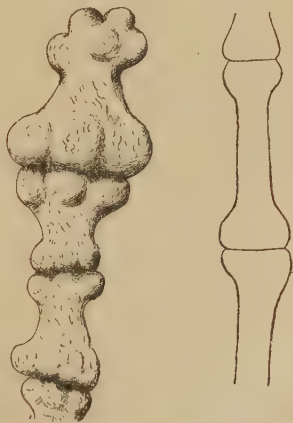


Fig. 83. — Poil staminal d'*Anagallis tenella*.

s'insérer dans le réceptacle floral les faisceaux placentaires. Le parenchyme externe, à grandes cellules, augmente d'épaisseur, la section devient pentagonale, les angles correspondent aux nervures médianes des sépales.

Le calice, la corolle, l'anthère, le pistil et le fruit ont la même structure que dans *A. cœrulea*. Le filet porte des poils de deux formes; 1° poils courts, tri-cellulaires capités; 2° poils longs unisériés, renflés aux cloisons transversales, les éminences de la paroi d'autant plus fortes qu'on approche du sommet (fig. 83). Faisceaux du placenta à bois généralement externe, quelquefois irrégulièrement orientés : tantôt latéralement, tantôt vers l'intérieur.

25. — CENTUNCULUS L.

Trois espèces dans les contrées tempérées et chaudes du globe.

C. minimus L.

Racine latérale. — Structure binaire normale, écorce mince persistante, endoderme cloisonné radialement. Péricycle unisérié; tissu criblé en deux bandes étroites de chaque côté du massif ligneux central composé d'une lame ligneuse centrale et de vaisseaux secondaires en petit nombre.

Tige. — Épiderme à stomates abondants et poils courts.

Parenchyme cortical homogène, endoderme normal.

Système conducteur en couronne continue. Péricycle unisérié, partiellement lignifié; Liber très mince formé de fascicules d'éléments criblés séparés par des cellules parenchymateuses; bois fréquemment en contact avec le péricycle, huit pointements ligneux primitifs, quatre caulinaires, quatre foliaires.

FEUILLE. — Cellules épidermiques légèrement ondulées, stomates très abondants sur les deux faces. Poils courts, peu nombreux. Mésophylle bifacial; une assise de cellules palissadiques lâchement unies; sous chaque stomate une grande lacune. Parenchyme rameux peu lacuneux; autour des nervures une assise de parenchyme conducteur. Nervation du type *Lysimachia*. Nervure médiane à section elliptique à grand axe tangentiel; vaisseaux du bois disposés en files radiales séparées par des rayons de parenchyme conducteur.

PÉDONCULE FLORAL. — Système conducteur en couronne continue, péricycle très mince; liber formé par des bandes très inégales et inégalement réparties de tissu criblé; couronne ligneuse formée par des files radiales de vaisseaux entremêlées de sclérenchyme. Moelle

et écorce très réduites. Épiderme à stomates nombreux et poils tri-cellulaires courts.

Au sommet du pédoncule, la couronne se divise pour donner les cinq faisceaux sépalaires sur lesquels s'insèrent les pétalaires. Un peu plus haut les faisceaux placentaires viennent s'unir aux précé-

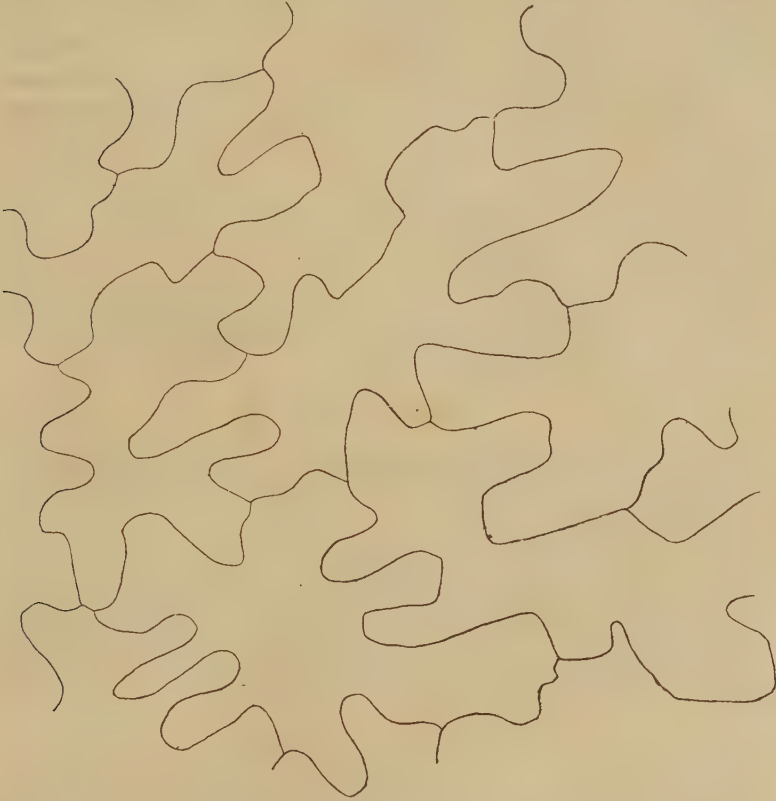


Fig. 84. — *Centunculus minimus*. Épiderme externe du fruit (gr. = 450).

dents. Les différentes pièces de la fleur ne renferment qu'une seule nervure médiane.

CALICE. — Épiderme semblable à celui de la feuille. Parenchyme réduit à une assise de cellules en dehors de la région de la nervure médiane unique, ou accompagnée d'une ou deux nervures marginales.

COROLLE. — Extrémité des pétales légèrement trilobé, cellules épidermiques non ondulées, quelques poils.

ÉTAMINE. — Anthère nettement dorsifixée et oscillante à structure typique normale.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne*. — Cellules épidermiques ondulées sur les deux faces (fig. 84). Mésophylle mince, formé de cellules prismatiques inégales, sur deux assises.

Dans le fruit la lignification atteint toutes les parois de l'épiderme interne. Ce phénomène se répète jusqu'à mi-hauteur dans le parenchyme à partir de la base du style.

PLACENTA. — Les ovules sont enfoncés dans la masse globuleuse pédicellée, qui présente par suite une section étoilée. Au centre sur un cercle quatre petits faisceaux inverses, entourés par un parenchyme bourré d'amidon.

OVULE. — Structure tout à fait typique, distincte, par conséquent, de celle des *Anagallis* par l'absence d'amidon dans l'assise moyenne du tégument interne.

GRAINE. — L'assise superficielle a ses cellules prolongées en papilles coniques striées à la surface. Albumen oléagineux, cellules polyédriques très régulières à parois minces.

26. — CYCLAMEN

Le genre *Cyclamen* renferme environ treize espèces disséminées, dans les basses montagnes en général de l'Europe moyenne et tout autour de la Méditerranée.

Il a été l'objet de nombreux travaux. M. Gressner a étudié la germination et le développement (*Bot. Zeitung*, Bd XXXII, 1874). Pour ce savant, le tubercule est l'équivalent morphologique de l'hypocotyle.

Tout récemment, M. Hildebrand a donné une étude morphologique de toutes les espèces du genre (1).

C. neapolitanum Tenore.

Racine principale. — Structure binaire normale.

Racine latérale. — Le nombre des lames ligneuses primaires varie avec le diamètre des racines. Le cylindre central est binaire comme dans la racine principale, dans les racines très étroites naissant sur le tubercule au moment de la germination; il est du type cinq à la base, du type trois vers le sommet des racines insérées sur le tubercule adulte; il y a passage de trois à cinq faisceaux par atrophie d'un cordon libérien. Au centre des parties âgées vaisseaux primaires de seconde formation.

(1) F. Hildebrand, *Die Gattung Cyclamen, eine systematische und biologische Monographie*. Iéna, 1898.

TUBERCULE. — Au moment où le tubercule sort de la graine il a une structure déjà complexe, mais relativement simple si on la compare à celle qu'il présente lorsqu'il a un diamètre horizontal de plusieurs centimètres.

Dans la partie inférieure se prolonge le faisceau conducteur bipolaire de la racine terminale. Les deux massifs libéro-ligneux secondaires de la racine principale se dédoublent à leur entrée dans le tubercule de manière à donner quatre faisceaux libéro-ligneux disposés sur un cercle et d'abord très rapprochés. Brusquement le cylindre central s'élargit par le cloisonnement rapide des cellules parenchymateuses entourant ces faisceaux. Un certain nombre de vaisseaux primaires s'unissent latéralement avec les faisceaux secondaires voisins, d'autres s'élèvent plus ou moins haut dans le tubercule, se terminent librement ou s'anastomosent comme les premiers. Les quatre faisceaux secondaires primitifs se divisent plusieurs fois dichotomiquement, leurs divisions se ramifient à mesure que le tubercule grossit, de telle sorte qu'une section transversale d'un tubercule âgé présente de la périphérie au centre : 1° un épiderme muni de poils, épiderme qui peut être remplacé par un liège d'origine corticale ; 2° une écorce parenchymateuse, riche en amidon, parsemée de cellules sécrétrices à contenu granuleux tannifère ; 3° un cylindre central comprenant un cercle de faisceaux libéro-ligneux d'autant plus abondants que le tubercule est plus âgé et un parenchyme amylière très abondant dans la région péricyclique et médullaire.

Vers le sommet, les faisceaux libéro-ligneux se réunissent les uns aux autres, pour former successivement les traces foliaires.

Tige aérienne. — Parfois le bulbe des *Cyclamens* se prolonge en une tige cylindrique rhizomateuse portant des feuilles et des fleurs.

La structure de cette tige rappelle assez la structure de la tige de *Primula sinensis*.

Épiderme exfolié de bonne heure par le fonctionnement d'une assise génératrice subéro-phellodermique très active, débutant dans la région péricyclique de l'écorce.

Liège. — Épais en cellules prismatiques tabulaires, parois minces.

Parenchyme secondaire d'épaisseur variable, formant parfois presque toute l'écorce, cellules tantôt disposées en files radiales, tantôt sans ordre bien apparent, à parois épaissies ponctuées à la face externe du système conducteur ; endoderme normal.

Système conducteur : Les entre-nœuds sont très courts et sur une hauteur de quelques millimètres la disposition de l'appareil conducteur varie beaucoup comme le montrent les schéma ci-contre (fig. 85), de coupes prises à environ un millimètre les unes des autres.

Tantôt couronne libéro-ligneuse continue (entre-nœuds les moins courts), tantôt bandes libéro-ligneuses disjointes, qui enlèvent à la tige toute symétrie axile. A la base, le bois forme une masse ligneuse centrale formée par les bandes accolées. Tout l'ensemble se divise

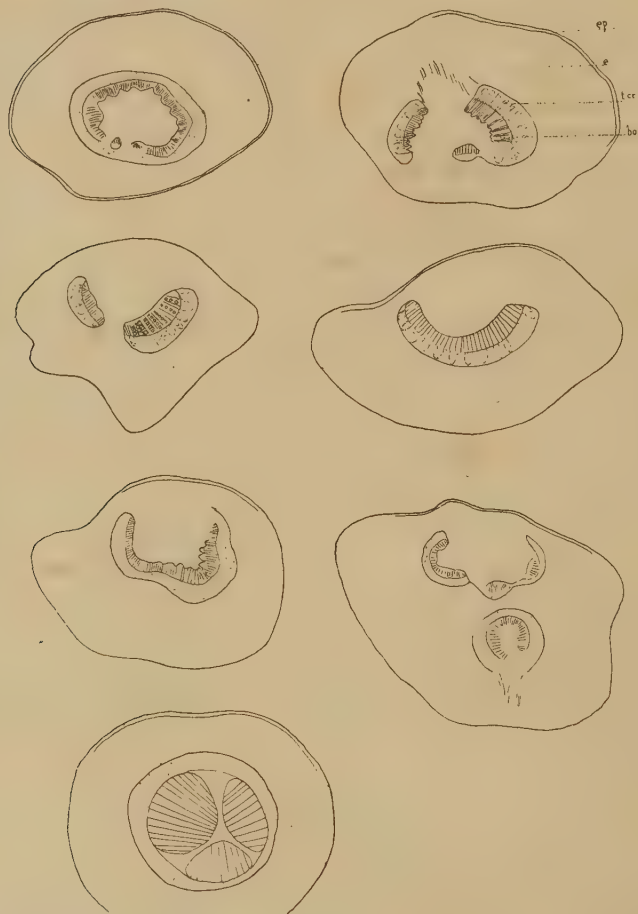


Fig. 85. — *Cyclamen africanum*. Tige aérienne série de sections transversales.
Ep, épiderme; e, écorce; t.cr, tissu criblé; bo, bois.

ensuite en faisceaux se disposant sur un cercle dans le tubercule. *Liber* : A la périphérie, fibres primitives collenchymatoïdes ponctuées comme dans *P. sinensis* Linal. — Tissu criblé en bandes radiales, séparées par plusieurs files radiales de cellules cambiformes. Assise

génératrice épaisse. *Bois* de même épaisseur que le liber; files radiales régulières de vaisseaux annelés irrégulièrement interrompues par des cellules cambiformes. Parfois entre les bandes libéro ligneuses, vaisseaux annelés tout à fait isolés.

Moelle définie en général, parenchyme à grandes cellules prismatiques ponctuées.

FEUILLE. — *Pétiole.* — Section presque circulaire vers le milieu. Cellules épidermiques à parois externes convexes et épaissies; stomates peu nombreux, fortement surélevés ainsi que les cellules environnantes.

Parenchyme collenchymateux sous l'épiderme, prismatique à peine chlorophyllien et amylicifère.

Système conducteur à section en arc très courbé, les fibres primitives externes et le tissu criblé forment un arc externe au bois à section flabelliforme, des fibres lignifiées occupant le creux laissé par les vaisseaux internes. Cette manière d'être rappelle ce que nous avons mentionné pour le *Primula sinensis*.

Limbe. — Cellules épidermiques internes isodiamétriques à parois radiales rectilignes épaissies et ponctuées. Cuticule ornée de petites stries ondulées dirigées en tous sens, sauf autour des poils où les stries s'irradient autour de la cellule basilaire (fig. 36,4). Poils d'une seule forme, sécréteurs, courts à extrémité bicellulaire longue, parfois dédoublée. Cellules épidermiques externes fortement ondulées. Stomates nombreux à cellules annexes toujours distinctes; poils. Mésophylle bifacial: deux assises de palissades longues, et trois, quatre assises de cellules très rameuses. A la base du limbe cette différenciation du parenchyme n'existe pas en regard de la nervure médiane; sous l'épiderme le parenchyme formé de cellules plus ou moins cylindriques commence par une bande tangentielle de collenchyme.

PÉDONCULE FLORAL. — Structure anormale. Épiderme avec poils très abondants et quelques stomates. Parenchyme cortical chlorophyllien, collenchymateux sous l'épiderme, très épais, pas d'endoderme subérifié.

Péricycle cellulosique mince, couronne de tissu criblé festonnée, pénétrant entre les faisceaux ligneux au nombre de huit à dix vaisseaux en files radiales séparées par des cellules de parenchyme conducteur. Moelle parenchymateuse homogène.

A la base de la fleur les dix faisceaux divergent dans le parenchyme fondamental très abondant, cinq plus externes deviennent cinq nervures médianes des sépales, les cinq autres moins divergents deviennent les nervures médianes des pétales. Sur ceux-ci

s'insèrent à peu près au même niveau cinq faisceaux placentaires vers l'intérieur, et latéralement les deux nervures marginales des sépales.

CALICE. — Épiderme à cellules allongées, contours rectilignes, stries cuticulaires ondulées, dirigées en tous sens, stomates et poils nombreux. Mésophylle très épais vers la nervure médiane, diminuant progressivement vers les bords formés d'un parenchyme chlorophyllien méatique, creusé de lacunes sous les stomates. Système conducteur comprenant pour chaque sépale un faisceau médian ramifié et deux nervures marginales; pas d'hydathodes. Nervure médiane à section flabelliforme, fibres primitives externes et tissu criblé en arc mince; bois abondant au niveau de la séparation des sépales; vaisseaux en files radiales et quelques fibres primitives à leur face interne.

COROLLE. — Cellules épidermiques allongées, prismatiques à la base et tout au sommet des pétales, ailleurs très allongées et très sinueuses; stomates et poils rares.

Parenchyme plus abondant que dans les genres précédents.

ÉTAMINE. — *Filet.* — Structure typique normale, parenchyme collenchymatoïde; faisceau concentrique étalé tangentiellement, bois irrégulièrement développé, divisé parfois en deux massifs (fig. 22).

Anthère. — La surface présente de nombreuses émergences,

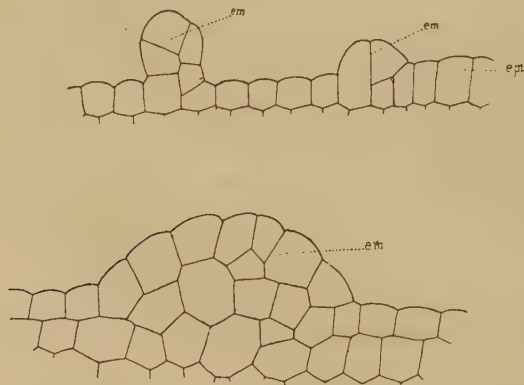


Fig. 86. — *Cyclamen repandum*. Anthère coupe transversale montrant le mode de formations des émergences : ep, épiderme; em, émergences.

formées par le cloisonnement de cellules épidermiques (fig. 86). Parenchyme cellulosique du connectif plus abondant que dans les autres genres. Parenchyme mécanique continu autour des sacs polliniques; épaississements en U dans la région de déhiscence, spiralés ailleurs. Faisceau conducteur concentrique.

Pollen. — Grains ellipsoïdes aplatis aux extrémités du grand axe et suivant trois faces longitudinales.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne.* — Épiderme typique, cellules à cloisonnement continu. Parenchyme plus épais que dans les autres genres, surtout en regard des nervures. Entre les nervures six, sept assises de cellules au moment de l'anthèse, se divisant activement dans la région interne. Dix faisceaux collatéraux tardivement différenciés, le liber enveloppant partiellement le bois.

Placenta. — Faisceaux concentriques (7...) confluent, le liber formant une couronne de tissu criblé du côté interne où il est plus abondant que du côté externe.

Ovule. — Ovules très nombreux arrondis comme ceux du *Primula officinalis*, portés par un court funicule distinct, complètement enchassés dans le placenta. Même structure que l'ovule de *P. officinalis*, c'est-à-dire tégument interne multisérié.

27. — DODECATHEON L.

Cinq espèces propres aux régions tempérées montagneuses de l'Amérique du Nord et de la région du détroit de Behring en Asie.

D. Meadia L.

Racine principale. — Structure typique normale à cylindre central primaire très étroit.

Racine latérale. — Structure normale : Système conducteur tétrapolaire; lames ligneuses appuyées contre le péricycle unisériel, par trois, quatre vaisseaux.

Radicelles à structure binaire.

Hypocotyle. — Dans la région inférieure structure binaire normale, vers le milieu la lame ligneuse bipolaire se termine, les deux massifs secondaires s'écartent l'un de l'autre et se prolongent dans les cotylédons soudés en tube dans leur région pétioleuse.

TIGE. — Structure anormale, que l'on peut rattacher au type du *Primula officinalis*.

Système conducteur formé de bandes libéro-ligneuses formant une couronne continue ou discontinue; bandes tantôt étalées tangentiellement, tantôt étroites à section ovale ou circulaire.

Les lames étalées sont collatérales ou formées par une couronne libéro-ligneuse aplatie. Entre ces deux aspects se présentent tous les termes de passage suivant, que le bois et le liber interne sont plus ou moins développés.

Les cordons ovalaires ou arrondis sont collatéraux ou présentent une particularité remarquable. En certains points les branches du V que forment en section transversale les vaisseaux du bois se ferment de façon à emprisonner une partie du liber. Tout autour de ce liber s'établit un cambium fournissant du tissu criblé vers l'intérieur et des vaisseaux sur sa face externe. De même à la face interne du liber resté à l'extérieur des branches du V, un cambium produit également des éléments libéro-ligneux. Cette double formation du bois et du liber ne se présente qu'en regard des points ou s'insèrent des racines latérales. C'est là l'équivalent physiologique de ce qui se passe dans les Primevères qui, en dehors de leur système libéro-ligneux normal, en couronne continue possèdent un réseau radicifère.

D'ailleurs, s'il y a insertion de racines latérales en face des bandes collatérales ou concentriques étalées, celles-ci présentent le système conducteur surnuméraire bien développé. Au sommet les arcs conducteurs se rapprochent du centre en une couronne continue, puis de nouveau discontinue.

Dans les régions défeuillées un liège sous-épidermique mince

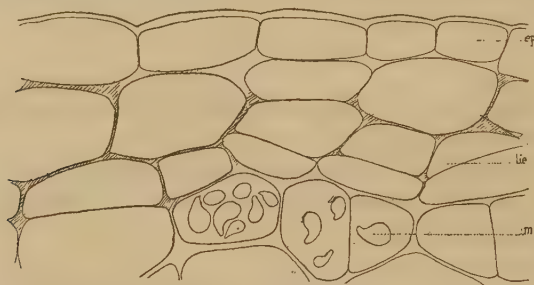


Fig. 87. — *Dodecatheon Meadia* L. Région périphérique de la tige pour montrer la formation du liège sous-épidermique.

occupe la périphérie (fig. 87). Il n'y a pas lieu de distinguer un parenchyme cortical et un parenchyme médullaire ; le parenchyme fondamental est formé de cellules plus ou moins cylindriques à parois épaissies, très riches en amidon.

FEUILLE. — *Cotylédon.* — Cellules épidermiques ondulées, stomates et poils courts abondants sur les deux faces. Mésophylle bifacial : deux assises de cellules palissadiques vers la face interne et parenchyme prismatique peu méatique à la face externe.

Nervure médiane à section ovalaire large, à liber très abondant.

Feuille. — *Pétiole.* — Section convexe-concave, large dans le sens

du plan desymétrie de la feuille, étroit dans le sens perpendiculaire. Parenchyme cylindrique à cellules très volumineuses, cellules tan-nifères éparses. Système conducteur semblable à celui des *Cyclamens*, ramifié dès la base.

Limbe. — Cellules ondulées volumineuses, stomates et poils courts sur les faces. Mésophylle à structure bifaciale moins indiquée à l'état adulte que pendant la formation de la feuille, par suite de l'énorme développement du système lacunaire. Une assise de cellules palis-sadiques, déjà rameuses et trois assises environ de cellules rameuses laissant entre elles de volumineuses lacunes.

Nervation semblable à celle du *Primula officinalis*. Les ramifi-cations des nervures de second ordre forment un réseau très serré et des terminaisons libres. Il n'y a pas d'arcs marginaux, ce qui rapproche les Dodecathon des Primevères et les éloigne des Lysi-maques. Nervure médiane à section elliptique, tout à la base. Fibres primitives externes et internes très abondantes; liber enveloppant partiellement le bois sur ses faces latérales. Bois à vaisseaux rangés en fer à cheval ou en éventail.

HAMPE FLORALE. — Structure normale avec vingt à vingt-quatre faisceaux libéro-ligneux.

La hampe florale ainsi que les tiges de deuxième ordre s'insèrent sur la tige principale comme dans le genre *Primula*. L'insertion est toujours latérale et oblique. Entre les faisceaux de la hampe viennent souvent s'interposer des faisceaux foliaires.

Au sommet de la hampe les faisceaux s'étalent et se groupent en arcs libéro-ligneux correspondant aux différents pédoncules floraux. Ces arcs divergent inégalement et sortent suivant une ligne spir-a-lée. Avant que le pédoncule se détache ils se divisent en faisceaux distincts; l'un d'eux, correspondant au milieu de l'arc, plus volu-mineux que les autres, va constituer la nervure médiane de la brac-tée florale.

PÉDONCULE FLORAL. — Toutes les régions sont disposées comme dans la hampe, avec huit faisceaux étalés tangentiellement. Au sommet du pédoncule, deux de ces faisceaux se divisent; les faisceaux libériens dépassent de beaucoup latéralement les faisceaux ligneux, puis à leur face interne des cellules cambiales produisent des vaisseaux qui élargissent ainsi la lame vasculaire.

BRACTÉE FLORALE. — Forme triangulaire, allongée et étroite. Cel-lules épidermiques à contours rectilignes, isodiamétriques ou légè-rement allongées, curvilignes, légèrement ondulées à la face interne; stomates volumineux ($A=60\mu$ $a=40\mu$) à la face interne seule-ment. Poils tri-cellulaires, capités, courts, épars.

Parenchyme prismatique à cellules très volumineuses ($D = 100\mu$). Nervure médiane très peu ramifiée, terminée en hydathode, à section circulaire, liber en îlots séparés par de grandes cellules parenchymateuses; bois formé de larges vaisseaux et de parenchyme.

CALICE. — Cellules épidermiques semblables sur les deux faces allongées ou isodiamétriques ($D = 80\mu$) contours rectilignes, parois uniformément épaissies; cuticule à stries longitudinales parallèles fines et légèrement sinuées. Stomates volumineux, vers le sommet seulement, poils tri-cellulaires peu nombreux.

Parenchyme prismatique homogène à la base, rameux vers le sommet, amidon abondant, cellules tannifères éparses. Système conducteur: nervure médiane terminée en hydathode, nervures de second ordre parallèles à la première; *pas de nervures marginales*. Structure normale, fibres péridermiques externes lignifiées à la fructification.

COROLLE. — Structure semblable à celle des Primevères et des *Primuloidées* en général.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne*. — Épiderme externe à cellules polygonales de face, sans poils, ni stomates. Mésophylle épais, prismatique dont les rangées internes s'épaississent et se lignéfient au moment de la fructification. Épiderme externe à cellules étroites et allongées.

À la base, dix faisceaux libéro-ligneux, se ramifiant abondamment sous l'épiderme interne.

La lignification se fait de la base au sommet et de la face externe à la face interne, sauf le long des dix faisceaux libéro-ligneux.

Placenta de forme régulièrement conique avec prolongement dans le canal styloïde.

Ovules très nombreux, structure typique normale.

GRAINE. — *Deux téguments*; assise externe non papilleuse, à *paroi externe épaisse*; assise sous-jacente à parois épaissies sauf l'externe, lumière des cellules remplie par un cristal d'oxalate de calcium. Les trois assises du tégument interne sont complètement écrasées.

Albumen abondant à cellules bourrées d'huile et d'aleurone en grains extrêmement ténus, noyau volumineux, membranes parfois très épaisses, fournissant ainsi une réserve cellulosique abondante. Autour de l'embryon, couche de cellules vides complètement écrasées.

Embryon occupant toute la longueur de la graine; *portion axile paraissant d'autant plus longue que les cotylédons sont soudés en un tube*. Déjà dans les cotylédons et dans leur portion libre, le tissu

méristématique qui les constitue présente une légère différenciation bifaciale.

28. — CORIS L.

Deux espèces méditerranéennes.

Coris Monspelensis L.

RACINE. — *Racine principale.* — (D. = 0 mm. 5). Assises pilifère et subéreuse normales; parenchyme cortical à cellules volumineuses dans la zone moyenne, toutes sériées radialement sauf l'externe; endoderme normal. Cylindre central binaire à lame ligneuse primaire enveloppée par le bois secondaire fibreux et dense; liber en deux arcs accolés au bois secondaire très nacré dans la zone externe.

Racine latérale. — (Diamètre = 1 mm. 5). — Assise pilifère pourvue de poils longs; assise subéreuse *partiellement lignifiée*; parenchyme cortical épais, sérié radialement dans la zone interne, endoderme à membranes épaissies; amidon abondant. Cylindre central à cinq lames ligneuses primaires n'atteignant pas le centre, cinq fascicules de tissu criblé; à la face interne de chaque faisceau libérien, formations libéro-ligneuses secondaires. Moelle parenchymateuse homogène.

TIGE. — *Axe hypocotylé.* — Dans la région inférieure, même structure que la base de la racine principale. Épiderme muni de stomates et de poils courts.

Parenchyme cortical chlorophyllien homogène; endoderme à cadre tangentiel subérifié. Système conducteur primaire bipolaire, dans lequel les productions libéro-ligneuses secondaires prennent rapidement un grand développement. Au sommet, les cellules centrales du cambium vasculaire ne se transforment pas en vaisseaux, donnent des

cellules de parenchyme; il y a alors indication d'une moelle. Les vaisseaux primitifs s'unissent latéralement avec les premiers vaisseaux du système secondaire et la structure de tige est constituée.



Fig. 88. — *Coris monspeliensis*. Coupe transversale schématisée d'un axe hypocotylé agé de plusieurs années; *ti*, lames rayonnantes de tissu criblé; *b₂*, couches successives de bois secondaire; *end*, endoderme; *pl*, parenchyme libérien; *b₁*, bois primaire.

La racine principale et l'hypocotyle sont vivaces et prennent un diamètre considérable. Le bois est alors sous forme de zones annuelles comme dans les tiges des arbres (fig. 88).

TIGE. — La structure ne s'écarte pas du type dicotylédoné normal. Dans un entre-nœud adulte quelconque, on observe toujours de la périphérie au centre : un épiderme avec poils et stomates, une écorce parenchymateuse homogène, une couronne libéro-ligneuse continue et une moelle parenchymateuse homogène.

Épiderme à cellules cloisonnées radialement pour suivre l'accroissement du système libéro-ligneux secondaire ; poils *n*-cellulaires longs. Parenchyme cortical, lacuneux, cloisonné radialement. Péricycle mince, lignifié partiellement à la base seulement de la tige. Liber des tiges âgées disposé en bandes radiales larges, séparées par des rayons de parenchyme secondaire ; dans les tiges de l'année, disposition normale : îlots d'éléments criblés disposés en couronne continue ; bois en zones concentriques de vaisseaux et de fibres lignifiées. Dans les tiges de l'année, la distribution des vaisseaux et du parenchyme lignifié présente une disposition remarquable : vers l'intérieur, un *anneau de vaisseaux* formant *n* pointements entourés de fibres primitives et à la périphérie un *anneau exclusivement composé de parenchyme ligneux*. En approchant du sommet, le parenchyme ligneux augmente un peu et les vaisseaux diminuent proportionnellement au diamètre de la tige.

FEUILLE. — Cellules de l'épiderme externe allongées et légèrement sinuées, celles de l'épiderme interne à parois rectilignes et polygonales, presque isodiamétriques examinées de face. Stomates et poils nombreux. Mésophylle centrique ; sous l'épiderme, environ trois assises de cellules palissadiques très méatiques. Nervure médiane et ses ramifications étalées tangentielllement, celles des bords ont leur faisceau ligneux tourné vers les bords et non vers la face interne (fig. 89). De chaque côté de la nervure médiane et vers le sommet, le parenchyme est creusé d'une cavité fusiforme remplie partiellement d'un contenu granuleux tannifère ; cavité bordée par des cellules très aplaties.

Cotylédon. — Mésophylle à structure bifaciale normale, tissu palissadique interne très méatique, tissu rameux peu lacuneux. Les cotylédons s'insèrent sur l'hypocotyle dans le plan de la lame ligneuse primaire.

PÉDONCULE FLORAL. — Même anatomie générale que la tige vers le sommet, avec dix pointements ligneux primitifs.

À la base de la fleur, la couronne libéro-ligneuse se partage en dix faisceaux ligneux collatéraux, *tous destinés au calice*. Au niveau

de leur séparation bien nette, s'insèrent les faisceaux placentaires par cinq bandes radiales. L'espace qui sépare les insertions du calice et de la corolle est plus long que dans les autres genres, il y a là



Fig. 89. — *Coris monspeliensis*. Feuille : coupe transversale dans la région marginale; *st*, stomates; *pp*, parenchyme palissadique centrique; *b*, bois; *l*, tissu criblé (gr. = 450).

une sorte d'entre-nœud qui fait que les faisceaux pétalaires s'insèrent sur les faisceaux placentaires, puis sur ceux-ci encore, les faisceaux ovariens.

CALICE — Cellules épidermiques ondulées. Stomates nombreux. Poils nombreux, unisériés ou ramifiés. Mésophylle lacuneux à cellules plus rameuses au sommet qu'à la base. Dans la région où les sépales se rabattent vers l'intérieur, le parenchyme est nettement palissadique sur plusieurs assises. Nervures à structure très spéciale : bois composé de quelques vaisseaux à la partie interne et

de fibres épaisses non ponctuées; liber très réduit (fig. 90). Les fibres se prolongent dans les épines externes que porte le calice; elles en forment pour ainsi dire toute la masse.

COROLLE. — Cellules à contours curvilignes ondulés, légèrement papilleuses à la face interne; poils *n*-cellulaires capités. Mésophylle compact à la base, rameux au-dessus de l'insertion des étamines. — Nervures médianes et nervures intercalaires concentriques à la base, puis collatérales, le bois pouvant présenter dans ce dernier cas une différenciation rayonnante.

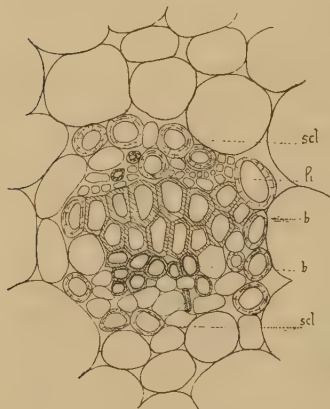


Fig. 90. — *Coris monspeliensis*. Calice : faisceau médian, coupe transversale; scl, sclérenchyme; li, tissu criblé; b, bois.

ÉTAMINE. — *Filet.* — Cellules épidermiques finement ondulées; deux formes de poils : 1° *n*-cellulaires, longs; 2° tri-cellulaires courts à cellule terminale souvent divisée. Parenchyme prismatique entourant un faisceau concentrique à éléments peu différenciés, se continuant dans l'anthère à l'état de méristème vasculaire.

Anthère. — Parenchyme mécanique caractéristique comprenant une seule assise de cellules tout autour des sacs; les épaississements en U sont soudés à leur base de manière à figurer des tabourets à nombre variable de branches ouvertes vers l'extérieur. Parenchyme prismatique central à section losangique. Pollen en longs, grains ellipsoïdes allongés ($A = 45 \mu$, $a = 20 \mu$) à surface finement réticulée.

OVAIRE. — *Paroi ovarienne.* — Cellules épidermiques à contours rectilignes isodiamétriques vues de face du côté externe, allongées et très étroites à la face externe; pas de stomates. Poils *n*-cellulaires dressés verticalement, très nombreux, formant un vrai feutrage à la face supérieure.

Mésophylle renflé en bourrelet à la base; cellules polyédriques à la base, puis prismatiques, tabulaires dans le reste de la paroi, renfermant des amas de malophosphate de calcium après séjour dans l'alcool.

Style. — Épiderme prismatique présentant quelques poils.

Placenta. — Dans le pédicelle, les cordons libéro-ligneux concentriques se fusionnent plus ou moins en une colonne libéro-ligneuse centrale irrégulière; le parenchyme y est formé de cellules prisma-

tiques riches en protoplasme. Dans la portion globuleuse, les faisceaux conducteurs se rabattent brusquement sans atteindre le niveau des ovules. Parenchyme rempli de gros grains d'amidon.

Dans la portion inférieure rabattue autour du sommet du pédicelle, l'épiderme est papilleux et porte de rares poils longs. La portion supérieure porte quatre ovules et s'enfonce légèrement dans le canal styloïde.

Ovule. — Structure typique avec tégument interne multisérié, dépassant de beaucoup le tégument externe de manière à former un bec dans la région micropylaïre.

GRAINE. — Structure typique. Assise périphérique formée de cellules prolongées en papilles, à extrémité arrondie, très longues. Assise sous-jacente oxalifère comme dans toutes les autres Primulacées, mais formées par des cellules environ quatre fois plus allongées radialement que dans le cas normal ; les parois sont épaissies de manière à laisser une lumière en forme d'entonnoir, la partie élargie tournée vers l'extérieur, renfermant le cristal d'oxalate de calcium. Embryon très étroit, constitué comme dans les autres genres : toutes les cellules de l'écorce, sauf l'assise sous-épidermique de l'axe hypocotylé sont disposées en séries radiales et concentriques.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Dans la deuxième et la troisième partie de mon travail, j'ai synthétisé les résultats généraux fournis par l'étude anatomique des Primulacées. Pour servir de conclusion à cette étude, je vais signaler ici les principaux de ces résultats. Ils peuvent se grouper sous trois chefs : 1° considérations sur la systématique et la biologie des Primulacées ; 2° anatomie des Primulacées ; 3° considérations intéressant l'anatomie des Phanérogames.

1° Considérations sur la systématique et la biologie des Primulacées.

La famille des Primulacées se divise en deux sous-familles : les Primuloïdées et les Lysimachioïdées, aussi bien caractérisées par leur morphologie interne que par leur morphologie externe.

Les Primulacées sont essentiellement des plantes hygrophiles. Néanmoins dans les deux sous-familles, il y a des genres xérophiles, présentant dans leurs détails de structure des caractères dus à l'influence du milieu. Des deux côtés, il y a un type de structure hygrophile et un type de structure xérophile.

PRIMULOÏDÉES HYGROPHILES. — Par le nombre des espèces qu'il renferme, par sa grande extension, par sa plasticité qu'indique une assez grande variabilité de l'appareil végétatif, c'est le genre *Primula* qui doit être considéré comme le genre nodal de la famille.

Autour du genre *Primula* viennent se ranger, par séries, des groupes de genres à affinités très étroites : 1° les

genres *Cortusa*, *Kaufmannia*, *Ardisiandra* et *Stimpsonia* que l'on pourrait considérer comme des sous-genres de *Primula*, tant les caractères morphologiques différentiels sont faibles, et tant les caractères anatomiques sont semblables; 2° les genres *Pomatosace* et *Hottonia* qui doivent au milieu aquatique leur port, la forme de leur feuille, la structure de leur tige; 3° les genres *Soldanella*, *Bryocarpum*, *Dodecatheon*, étroitement unis entre eux par les caractères tirés de la feuille, de l'inflorescence et de la fleur.

Androsace renferme des espèces hygrophiles qui passent insensiblement au genre *Primula* au point d'en être difficilement distinguées, aussi bien par la morphologie que par l'anatomie et des espèces xérophiles qui forment le trait d'union aux *Aretia*.

Au point de vue systématique, le genre *Cyclamen* fait partie du même groupe que *Soldanella*, *Bryocarpium* et *Dodecatheon*, mais par l'abondante réserve d'eau que renferme son tubercule, il peut résister longtemps à la sécheresse. Ce mode d'adaptation portant sur une partie seulement de l'appareil végétatif est différent de ce qui se passe dans les autres espèces xérophiles de la famille.

PRIMULOÏDÉES XÉROPHILES. — L'adaptation a imprimé aux genres *Dionysia*, *Aretia*, *Douglasia*, un port et une structure tout à fait uniformes. Entre les *Aretia* et *Douglasia* d'une part, et le genre *Primula* d'autre part, se trouve tout une série d'*Androsace* dont les termes extrêmes sont hygrophiles ou xérophiles et servent de trait d'union entre les Primuloïdées xérophiles et les Primuloïdées hygrophiles. Par les caractères floraux *Dionysia* se rattache directement au genre nodal.

LYSIMACHIOÏDÉES. — La plupart des Lysimachioïdées sont vivaces et hygrophiles. Par la présence de rhizômes qui végètent dans le sol humide, elles nous paraissent mieux adaptées que les Primuloïdées hygrophiles, dont la tige se détruit rapidement dans sa partie souterraine.

C'est vraisemblablement le genre *Lysimachia* qui a servi

de point de départ à une série de divergences qui nous conduisent aux *Anagallis*, aux *Coris*, aux *Samolus* et au *Glaux*.

Les *Anagallis* se relient aux *Lysimachia* par le *L. nemorum*. *Coris* est un type xérophile qui est aux *Lysimachia* ce que les *Aretia* sont aux *Primula*, avec une différenciation morphologique et biologique plus grande de la fleur. *Glaux* et *Samolus* ont acquis des caractères morphologiques qui les éloignent plus des *Lysimachia* que les genres précédents; mais les caractères qui nous ont servi à distinguer les *Primuloïdées* et les *Lysimachioïdées* s'y retrouvent toujours.

Les genres *Steironema*, *Naumburgia* et *Lubinia* sont tellement voisins du genre *Lysimachia* qu'il serait rationnel de les rattacher à ce dernier comme des sous-genres.

Par ses caractères anatomiques, le genre *Trientalis* ne s'éloigne pas des *Lysimachia*, mais le nombre des pétales passe souvent à sept, quelquefois à neuf, et les feuilles végétatives sont groupées en verticille au sommet de la tige. Cette variabilité du nombre des pétales nous autorise à accorder une importance toute secondaire à ce caractère. Le groupement des feuilles au sommet de la tige est vraisemblablement un résultat d'adaptation. Les *Trientalis*, poussant généralement dans les forêts froides, s'élèvent peu au-dessus du sol et la partie inférieure de leur tige est plus ou moins enfouie sous les débris de feuilles qui jonchent le sol.

Les genres *Apocoris*, *Asterolinum*, *Pelletiera* et *Glaux* renferment des espèces de petite taille, habitant toutes des stations plus ou moins xérophiles. *Apocoris* vient dans les champs arides des environs de Pékin. *Asterolinum stellatum* est fréquent dans les terrains calcaires incultes de la région méditerranéenne. Les deux espèces de *Pelletiera* que nous avons examinées provenaient des environs de Montevideo, où elles poussaient au milieu de *Medicago* qui les recouvraient et drainaient le sol. *Glaux maritima* est caractéristique des lieux salés, où l'absorption de l'eau est rendue difficile par la présence du chlorure de sodium.

La corolle subit des variations considérables dans ces

quatre genres. Les pétales deviennent complètement libres dans *Apocoris* et *Pelleteria*; c'est là une tendance générale des Lysimachioïdées par rapport aux Primuloïdées. La corolle se réduit considérablement dans *Astérolinum* pour disparaître complètement dans *Glaux*.

En résumé, les Lysimachioïdées sont supérieures en organisation aux Primuloïdées. Ces deux groupes sont essentiellement hygrophiles et toutes les différenciations morphologiques profondes de l'appareil végétatif qui séparent des genres *Primula* et *Lysimachia* les autres genres de la famille doivent être attribuées à l'influence xérophile du milieu

2° Caractères anatomiques de la famille.

RACINE PRINCIPALE. — La racine principale est binaire, le bois y forme au centre une lame vasculaire bipolaire. Sa durée est faible dans les espèces hygrophiles, les deux faisceaux libéro-ligneux secondaires y sont peu développés, tandis que dans les espèces xérophiles, la racine peut durer longtemps et les productions secondaires devenir très abondantes, en formant une masse cylindrique pleine, englobant le bois primaire central.

RACINES LATÉRALES. — Le nombre des lames vasculaires varie dans les racines latérales avec leur diamètre. Celles qui se développent au moment de la germination sur l'hypocotyle sont binaires. Celles qui naissent sur les rhizomes ou les tiges appartiennent généralement au type cinq. Sauf dans les types xérophiles, le bois et le liber secondaires sont peu abondants, le cambium fonctionne à la face interne du liber primaire donnant surtout du tissu criblé et fort peu de vaisseaux.

AXE HYPOCOTYLÉ. — Sauf l'assise périphérique qui présente les caractères d'un épiderme de tige, l'axe hypocotylé a, sur presque toute sa longueur, la même structure que la racine principale avec un développement un peu plus considérable des productions libéro-ligneuses secondaires. Vers

l'insertion des cotylédons, les vaisseaux primaires les plus âgés sont écrasés et les vaisseaux centraux viennent s'unir aux vaisseaux secondaires situés de part et d'autre de la lame ligneuse primaire.

TIGE. — Sauf un certain nombre d'espèces du genre *Primula* devant constituer le genre *Auricula* d'après M. Van Tieghem, sauf les espèces des genres *Bryocarpum* et *Dodecatheon*, la tige comprend, un épiderme avec stomates et poils, une écorce parenchymateuse primaire, riche en amidon et cellules tannifères, un système conducteur en couronne continue dans les entre-nœuds âgés, et une moelle parenchymateuse. Le système conducteur comprend : 1° un péricycle plurisérié, généralement parenchymateux dans les Primuloïdées, généralement lignifié dans les Lysimachioïdées ; 2° un anneau continu de tissu criblé et de tissu vasculaire. Le péricycle tire son origine du méristème vasculaire et doit être rattaché au liber, à la même tige que les fibres vasculaires primitives qui sont rattachées au bois.

Dans quelques *Primula*, dans le *Bryocarpum himalaicum*, dans les *Dodecatheon*, il se développe aux dépens des cellules péricycliques un système libéro-ligneux surnuméraire, sur lequel s'insèrent les racines et qui a reçu le nom de réseau radicifère.

L'anatomie des tiges de Primevères a été expliquée et interprétée par M. Van Tieghem. Chaque stèle ne constitue pas pour nous l'équivalent anatomique du cylindre central des tiges normales. Ces stèles sont à nos yeux des faisceaux concentriques anastomotiques.

Le sommet végétatif est constitué par un méristème homogène, recouvert par le dermatogène. Il nous a été impossible de reconnaître des cellules initiales propres à l'écorce et au cylindre central.

FEUILLE. — La feuille a une structure bifaciale dans les types hygrophyles et une structure plus ou moins centrique dans les espèces xérophiles.

Sauf dans les espèces citées plus haut à propos de l'ano-

malie de structure de la tige, la trace foliaire est unifasciculée à sa base, la ramification est pennée.

La nervure médiane se termine toujours en hydathode. Dans les Primuloïdées hygrophiles, les nervures de deuxième ordre et souvent d'ordre supérieur se terminent de la même manière, tandis que dans les Lysimachioïdées, les nervures de second ordre sont réunies entre elles par des arcs marginaux. Chaque nervure comprend des fibres péridesmiques externes sur plusieurs assises, une lame de tissu criblé, une lame de tissu vasculaire flabelliforme et quelques fibres péridesmiques internes cellulosiques. L'épiderme est formé de cellules épidermiques ondulées avec stomates et poils nombreux.

PÉDONCULE FLORAL. — Dans les Primuloïdées, les faisceaux libéro-ligneux sont distincts; dans les Lysimachioïdées, ils ne sont pas définis et forment une couronne continue.

Le parcours des faisceaux dans le réceptacle floral est uniforme, sauf dans *Glaux maritima* et *Coris monspeliensis*. Le fait le plus saillant est l'insertion des faisceaux placentaires sur la base des faisceaux sépalaires et pétales médians. Ces faisceaux placentaires sont concentriques dans les Primuloïdées et collatéraux inverses dans les Lysimachioïdées.

CALICE. — Les sépales dans leur partie libre renferment toujours une nervure médiane, prolongement direct d'un faisceau du pédoncule floral et deux nervures marginales qui s'insèrent sur les faisceaux pétales médians au sommet du réceptacle floral, après s'être réunis en un seul faisceau. Le parenchyme est généralement rameux, très riche en chlorophylle. L'épiderme interne porte un plus grand nombre de stomates que l'épiderme externe, fait en rapport avec la sécheresse plus ou moins grande de l'air au moment de la fructification.

COROLLE. — Le système conducteur de la corolle est semblable à celui du calice, avec une ramification plus abondante des nervures. Les faisceaux marginaux s'insèrent sur

les faisceaux sépalaires médians, au sommet du réceptacle floral après s'être réunis en un seul faisceau. Le parenchyme est formé de cellules tabulaires rameuses dans le plan du limbe. Nous avons vu comment l'épiderme du limbe caractérise les deux sous-familles.

ETAMINE. — L'anthère est bifide dans les Primuloïdées, mucronée dans les Lysimachioïdées. Des deux côtés le parenchyme mécanique est formé de cellules munies d'épaississements en U ou spirales. Le faisceau conducteur est concentrique dans toute son étendue; il s'insère sur le faisceau pétalaire médian qui devient concentrique sous l'insertion, de telle sorte qu'il serait plus rationnel de considérer comme faisceau staminal cette partie inférieure du faisceau pétalaire et de dire que la nervure médiane de la corolle s'insère sur le faisceau staminal.

OVULE et GRAINE. — L'ovule et la graine ont une structure tout à fait caractéristique. Le tégument externe comprend partout le même nombre d'assises. Dans un petit nombre de cas le tégument interne a plus de trois assises. Le tégument externe de la graine fournit le caractère le plus constant de la famille. Il ne présente aucune exception.

3° Considérations intéressant l'anatomie générale des Phanérogames.

Le type de structure des Primulacées ne s'écarte pas dans son ensemble du type dicotylédone normal et à ce titre il est permis d'étendre à tout ce groupe certaines conclusions suggérées par l'étude des Primulacées, ou tout au moins de poser des problèmes tendant à généraliser ces conclusions.

I. Le cylindre central de la racine doit être considéré comme un faisceau conducteur libéro-ligneux et non comme une série de faisceaux ligneux et de vaisseaux libériens. Ce faisceau présente n centres de différenciation ligneuse et n centres de différenciation libérienne.

II. La valeur morphologique de la tige en tant qu'organe axile n'est pas comparable à la valeur morphologique de la racine. Des coupes faites au sommet des tiges ne montrent jamais un cylindre central nettement défini. A ce niveau, le système conducteur de la tige est toujours dans le prolongement direct des traces foliaires. Nous nous rangeons à la manière de voir des botanistes qui considèrent la tige non comme un membre homogène, mais comme une association de rachis phytonaires.

III. Il n'y a pas lieu de distinguer le bois primaire du bois secondaire dans la tige; les premiers vaisseaux se différencient aux dépens d'un cambium à cloisonnements tangentiels et non aux dépens de cellules procambiales.

Ce travail a été fait au laboratoire de recherches de l'Institut de botanique de Montpellier dirigé par M. le professeur Flahault.

Qu'il me soit permis d'adresser à ce savant Maître l'expression de mon affectueuse reconnaissance pour les nombreux encouragements qu'il n'a cessé de me prodiguer.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

1° ZOOLOGIE. — ÉLECTRICITÉ ANIMALE.

2° GÉOLOGIE. — LE PLIOCÈNE DES ENVIRONS DE MONTPELLIER.

Vu et approuvé : Paris, le 12 avril 1900.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

G. DARBOUX.

Vu et permis d'imprimer.

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

GRÉARD

